城市地理信息系统标准化指南



内 容 简 介

本书全面、系统地论述了城市地理信息系统标准化的总体框架、所涉及各个方面的主要内容及关键的相关技术，是我国第一本系统论述城市地理信息系统的学术著作。全书共分十三章，内容包括：城市地理信息系统标准化概念、基本术语、标准化管理、标准体系、系统总体设计、信息空间定位、信息内容及分类编码、数据组织、软硬件环境、数据质量、系统实施与维护、通信网及系统互连、系统安全与保密等。

本书内容系统、全面、实用，具有权威性，为全国不同层次的城市地理信息系统提供标准化的技术指导，可供城市地理信息系统研究、开发、管理与应用人员，大专院校有关专业师生阅读参考。

图书在版编目（CIP）数据

城市地理信息系统标准化指南/阎正主编．一北京：科学出版社，1998.6

ISBN 7-03-006780-0

Ⅰ．城…　Ⅱ．阎…　Ⅲ．地理信息系统-标准化-城市-指南　Ⅳ．P91

中国版本图书馆 CIP 数据核字（98）第 13961 号

科学出版社出版
北京东黄城根北街 16 号
邮政编码：100717
北京科地亚印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售
*
1998 年 6 月第 一 版　开本：787×1092 1/16
1998 年 6 月第一次印刷　印张：15 3/4
印数：1—4 000　字数：353 000

定 价：35.00 元

《城市地理信息系统标准化指南》编写人员名单

主　编： 阎　正

副主编： 蒋景瞳　何建邦　赵艳华　杜道生

编　委： 刘若梅　乔继明　魏绥臣　李小林
姜开富　薛雄坚　邬　伦　郝　力

撰稿人：

第一章	何建邦　张新生　毛　锋　苏亚芳
第二章	杜道生（统稿）
第三章	李小林　赵艳华
第四章	乔继明　罗成章　林秋华
第五章	蒋景瞳　刘若梅
第六章	杜道生　夏林元
第七章	刘若梅　蒋景瞳　乔继明　查宗祥
第八章	邬　伦　刘　宇　田　原　叶燕林
第九章	毛　锋　何建邦　黄裕霞
第十章	王冬梅　薛雄坚　杜道生
第十一章	魏绥臣　刘若梅　蒋景瞳　蔡晓兵
第十二章	姜开富　毛　锋
第十三章	姜开富

编　校： 魏绥臣　李小林　柯正谊

致　谢

《城市地理信息系统标准化指南》的研究与撰写得到原国家科学技术委员会社会发展科技司和原国家技术监督局综合计划科技司的支持与指导。

《城市地理信息系统标准化指南》的出版得到中国科学院资源环境科学与技术局、建设部综合勘察研究设计院、中国标准化与信息分类编码研究所、国家基础地理信息中心等的赞助。

序

城市化已成为当代社会经济可持续发展问题的焦点之一，在21世纪更将随着人口的增长和产业现代化而加剧。我国目前城市人口仅占19%左右，预期到2010年增至39%，到2050年增至49%，即16亿人口中将近半数集中在城市。城市化来势凶猛，势不可挡。城市地理信息系统在我国南方城市随着城市化的进程蓬勃发展，岭南各省区已初步形成产业；服务于城市规划、地籍管理、基础设施与投资环境，社会与经济效益相当显著。江淮流域各大中城市也受到地方政府的高度重视，致力于公益型城市信息系统的建设。日新月异，服务领域不仅局限于城市规划、管理与基础建设，开始着眼于城市环境与城市生态，包括城市小区景观设置、绿地布局、产业结构调整、生命线保障……诸多方面。珠江三角洲和长江三角洲城市密集地区，更注意到城市经济牵引区（或辐射区）的动态变化，双休日旅游圈的扩张，乃至信息港与高速公路网的影响范围。而国家民政、建设、环境保护等部门更着眼于全国城镇体系的宏观调控，应用地理信息系统，研究欧亚大陆新桥与泛亚铁路、京九铁路沿线的城市发展、城市扩张浪费土地及侵占农田的调查，以及酸雨、赤潮、尘暴、地震等波及城市的自然灾害防治、救护问题。总之，城市地理信息系统方兴未艾。例如美国华盛顿特区已建成城市规划、管理系统34个，应用于交通堵塞通报、路灯照明、路面等级乃至公共治安；巴黎、旧金山、洛杉矶、东京、新加坡等大都会莫不建成动态监测与管理系统，达到准实时的数据更新，定时发布大气质量，调控人、车流量……等等，以增强城市信息涡流的活力。城市现代化的需求正在快速推动地理信息系统的科学技术进步和产业化；而地理信息系统已成为城市社会经济活动的神经网络，成为不可分割的组成部分，彼此相辅相成，推波助澜，快速发展，其前途未可限量。

规范化、标准化研究是现代信息科学技术发展的基础性工作。就像金字塔和长城这样伟大的世界文化奇迹，也是建立在规范化、标准化的基石之上的。用来描述城市这样复杂的信息系统，它的每一个数据、每一条指令都要求符合规范和标准。请看2000年前秦始皇统一中国时，“书同文、车同轨”的光辉历史，对华夏民族的融合和祖国文化的统一，影响是多么深远啊！秦码、汉瓦和兵马俑的规范和标准，至今令人叹为观止。今天，我们面向2000年的大千世界：在太空，对地观测卫星、全球定位系统和卫星远程通信布成网络，形成人类创造的“智慧圈层（Authroposphere）”；在海底即将完成环绕全球的通信光

缆，与我国遍及各省会城市的通信光缆相沟通。美国副总统戈尔正在策划“数字化地球（Digital Earth）”的未来信息世界战略。控制论专家吉尔森设想的“赛博空间（Syberspace）”的观念，也不再只是虚拟社会或电子游戏，将逐步为人们所接受。我们今天面临的规范化和标准化的历史使命，比秦始皇时代要伟大得多、复杂得多，真可谓任重而道远，光明而艰巨！

在原国家科学技术委员会的直接组织领导下，集中国家技术监督局、国家测绘局和中国科学院、建设部、大专院校等10多个单位的25位专家，于1994～1996年间研究和编写《城市地理信息系统标准化指南》，提出了适用于我国城市地理信息系统开发、运行技术标准化设计的总体框架。这是一项高度浓缩的高科技成果，在实际中必将发挥普遍的宏观指导作用。经验证明，规范化和标准化的实施，先于行政立法之前，以科学技术研究成果的方式，提供各部门、各地区建设城市地理信息系统时作为共同性、基础性的技术指导文件，参照执行，避免弯路和重复，是非常明智且卓有成效的。对于促进我国城市地理系统的健康发展、信息共享和国际接轨，都将是一项重大的基础性的科学贡献！谨此表示最热烈的祝贺！

陈述彭

1998年劳动节

前　言

《城市地理信息系统标准化指南》(以下简称《指南》)是“八五”国家科技攻关计划的专题研究成果。本专题旨在提出一份适用于我国城市地理信息系统开发运行的标准化指导性文件，为我国城市地理信息系统标准化设计一个总体框架，向我国从事城市地理信息系统开发、应用人员及标准化工作者推荐一批可供参照执行的技术标准，同时提出一些应该注意的问题。

本专题在原国家科学技术委员会的直接领导下，在国家技术监督局、国家测绘局、中国科学院、建设部等单位的大力支持下，于1994年7月通过了开题论证报告，随即开始了深入的调查研究和《指南》的编写工作。专题的主持单位是国家技术监督局，负责单位是中国标准化与信息分类编码研究所，参加单位有国家基础地理信息中心、中国科学院地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室、中国城市规划设计研究院、武汉测绘科技大学、建设部信息中心、建设部综合勘察研究设计院、国家信息中心、北京大学、国家土地管理局信息中心等。专题由10多个单位的13位专家担任编委，参加编写工作的有25位专家。本专题从情况调研、资料搜集到完成全部30余万字的《指南》编写工作，历时三年，于1997年9月通过审查鉴定。

《指南》共分十三章，内容分为：城市地理信息系统标准化概论、基本术语、标准化管理、标准体系、系统总体设计、信息空间定位、信息内容及分类编码、数据组织、软硬件环境、数据质量、系统的实施与维护、通信网及系统互连、系统安全与保密等。编委们力图在《指南》里反映当今国内外在该领域标准化发展的水平，使其不仅体现出高技术含量，同时也能在实际应用中具有普遍的指导意义。

城市地理信息系统（Urban Geographic Information System，UGIS）作为地理信息系统（Geographic Information System，GIS）的一个分支，是随着信息社会发展的客观需要兴起的。它运用计算机硬、软件及网络技术，实现对城市各种空间、非空间数据的输入、存贮、查询、检索、处理、分析、显示、更新和提供应用，构成处理城市各种空间实体及其相互关系的技术系统，成为城市的一项基础设施建设和建设现代化管理、决策的先进工具。

城市地理信息系统担负着整个城市综合信息的存贮、分析、交换和服务的功能。为了实现这一功能，对其进行标准化处理就成为十分必要的前提，这是因为：

第一，城市地理信息系统的建设和应用本身就是一个巨大而复杂的系统

工程。

第二，该系统的数据来源非常广泛，包括各行各业、各种类型，且数量庞杂，又要求能够相互兼容与相互沟通。

第三，该系统要服务于多层次和多类型用户，面对着千差万别的需求。

第四，部分城市的信息系统开始进入国际网络，实现国际信息交换。

凡此种种，均要求信息分类、数据格式、技术流程、设备配置、网络通讯等等有一系列相互配套的标准、规范和约定，以确保信息资源共享。还要求城市之间的各系统要互相兼容；城市内的子系统各个环节和各个部分之间上下左右要互相连接；历史的、现时的和预测未来的信息相互可比等等，从而达到技术一致，能够互相交流、沟通。

近几年来，我国许多城市开展了这方面的工作，并取得了很好的成绩。一些应用系统不同程度地投入了使用，对该城市的社会经济发展已经或正在发挥着作用。然而总体来看，我国城市地理信息系统的建设仍处于起步阶段，水平相对不高。目前较为突出的问题是有的城市以及城市内部各部门之间自成体系，重复建设；有的系统存在着较为严重的质量问题；有的系统适用性较差等。这些不仅造成了人、财、物的巨大浪费，而且难于实现信息的综合利用和信息资源共享，也不利于应用系统的顺利建设。因此，尽快实现城市地理信息系统的规范化和标准化已成为目前全国城市地理信息系统健康发展和充分有效利用的关键问题。

制定国家相对统一的城市地理信息系统标准化和规范化指南，作为国家宏观管理的综合性、跨部门、跨地区的重要基础工作，不仅具有重要的战略意义，也有重大的实用价值。本《指南》将为全国不同层次的城市地理信息系统提供标准化的技术指导；《指南》既是建立城市地理信息系统标准体系的依据，也为城市地理信息系统各种标准制定提供参考；《指南》提出的标准化原则和有关标准将在最大程度上保证城市地理信息系统的数据共享和系统兼容，使各个层次的城市地理信息系统的数据资源得到充分利用；《指南》为各部门、各地区建立城市地理信息系统提供了共同性和基础性的技术指导，各城市在建立城市地理信息系统时，可以参照执行，从而少走弯路，提高标准化水平，避免重复开发。

我们深信，本《指南》的出版将对我国城市地理信息系统的健康发展发挥出非常重要的宏观指导作用。

目　　录

第一章　城市地理信息系统概论

1.1　城市地理信息系统概述

1.1.1　地理信息系统概述

地理信息系统的英文名称为Geographic Information System，简称“GIS”。它是为特定应用目标建立的空间信息系统，是在计算机硬件、软件及网络支持下，对有关空间数据进行预处理、输入、存贮、查询检索、处理、分析、显示、更新和提供应用的技术系统。“地理”在这里是指“空间”，即地理实体的空间位置和关系。

一个地理信息系统主要由五部分组成，即数据、硬软件和网络、规范标准、技术队伍和组织管理。

若从地理信息系统处理数据的流程看，从原始数据的输入到处理结果的输出，可以划分为四个阶段，即数据采集与输入、数据储存与管理、数据处理与分析，以及成果的生成与输出。

建立地理信息系统的基本技术流程如图 1-1 所示。

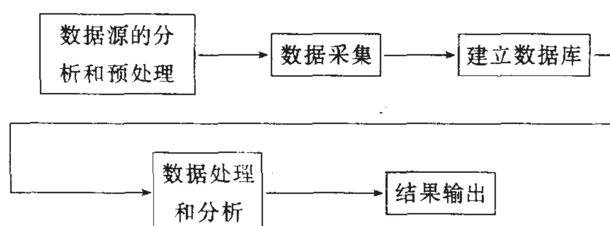


图 1-1　地理信息系统建立的主要技术流程

地理信息系统对现实世界提出的问题的处理过程及其与外部世界的关系如图 1-2 所示。

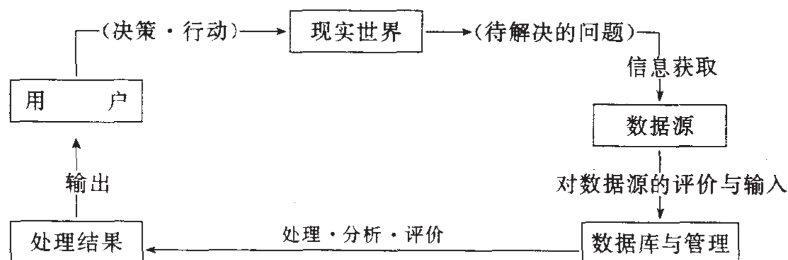


图 1-2　地理信息的处理过程及其与外部世界的关系

（本图引自宋小冬、叶嘉安著《地理信息系统及其在城市规划与管理中的应用》，并作了部分修改）

地理信息系统的出现、研究和应用，并发展成为一门科学技术乃至一种产业，在国际上已经有 30 多年的历史。国际著名的地理信息系统学者、加拿大人 Roger Tomlinson 于 1962 年首先提出“地理信息系统”的概念，并领导建设了国际上第一个具有实用价值的地理信息系统——加拿大地理信息系统（Canada Geographic Information System，CGIS）。

稍后，美国的纽约州和明尼苏达州研制了土地资源信息管理系统。1970年，美国人口调查局也结合人口普查建立了名为“DIME”的具有拓扑关系的地图数据编码系统。上述系统主要从应用角度开创了地理信息系统领域。与此同时，北美和西欧的一些高等院校和研究机构，如英国自然环境研究委员会（NERC）的实验制图研究所（ECU）、美国的哈佛大学计算机制图与空间分析实验室等，则从学术研究角度，比较系统地进行了计算机辅助制图（CAC）和空间分析的基础研究，其研究成果为后来地理信息系统的发展奠定了坚实基础。70年代，国际性的学术团体着重推进地理信息系统学术思想和实践经验的交流与应用；实用系统方面则侧重在60年代基础上的巩固、改进和扩充，没有突破性的进展。80年代，由于计算机突飞猛进的发展，加上社会的迫切需求和近20年的经验与教训的积累，使地理信息系统有了明显进步，它在土地与房产管理、资源调查、环境保护、市政建设与管理、大型工程的前期分析与实施监控、区域与国家的宏观分析与调控等方面均取得了显著成效，逐渐形成为一种产业。进入90年代后，地理信息系统已逐步成为区域管理、经济发展和社会进步的一种不可缺少的现代化技术手段，也在城市规划、管理和科学决策等方面发挥着重要的作用。

我国地理信息系统的起步大约比国际上晚了15年，到1980年才开始研究和实验。10多年来，它经历了起步阶段（1980～1985年）和发展阶段（1986～1995年），目前正走向产业化阶段，开始在国民经济和社会生活中得到应用。从1986年到1995年的发展阶段中，我国在地理信息系统的标准化和规范化方面，在建设国家基础地理信息系统和资源与环境信息系统方面，在应用地理信息系统于重大自然灾害监测与评估、农作物大面积估产、自然资源调查和环境保护、城市管理和规划以及在发展和应用地理信息软件系统等方面，都取得了实际的经济效益、社会效益和生态效益，地理信息系统已逐步成为建设国民经济和保障社会生活的一种现代化管理和决策手段。特别是进入90年代以后，随着城市化进程的加快和城市管理现代化需求的日益增长，我国也开始建设和应用城市地理信息系统，并已取得了实效。目前，城市地理信息系统正进一步快速发展。

1.1.2 城市地理信息系统的历史和现状

城市地理信息系统的英文名称为 Urban Geographic Information System，简写为“UGIS”，它是地理信息系统的一个分支，是一种运用计算机硬件、软件和网络技术，实现对城市各种空间、非空间数据的输入、存贮、查询、检索、处理、分析、显示、更新和提供应用，并以处理城市各种空间实体及其关系为主的技术系统。它是城市基础设施之一，也是一种城市现代化管理、规划和科学决策的先进工具。

国际上的城市地理信息系统研究始于70年代初、中期，经过20多年的迅猛发展，目前发达国家已将它作为城市的基础设施之一，用于城市动态管理和规划发展，并将它作为对城市重大问题和突发性事件进行科学决策的现代化手段。美国、日本、澳大利亚等许多国家在城市规划、市政工程、交通设施、公共服务、动态监测等方面都广泛应用城市地理信息系统，美国首都华盛顿特区启用34个城市信息子系统进行城市动态管理，定时发布交通状况信息，导向车辆运行，即一成功范例。

从地理信息系统在城市管理、规划和辅助科学决策的应用角度看，其历史进程一般如下文所述：

首先是应用于静态的城市资源管理，如建立城市的基础地理信息数据库、地籍数据库和地下管网数据库等，实现城市资源的计算机管理。在登录、查询、检索和图形输出等方面，比传统工作有了很大的提高。

然后，面向城市规划，推进办公自动化，扩大服务范围，提高城市动态模拟和监测的能力，初步实现对城市的规划管理和评估分析。

第三步是面向城市可持续能力的建设，这方面目前正在探索。随着城市化进程加快，城市群落形成，网络化管理和动态调控需求增加，以及遥感、全球定位系统、计算机和网络通讯技术的进步和综合应用，城市地理信息系统因其具有动态监测管理和宏观调控能力，必然在城市持续发展能力的建设上日益发挥其龙头作用。

我国城市地理信息系统研究以遥感为先导，1980 年在天津和 1983 年在京、津、渤地区都进行了有益的探索。1989 年，利用世界银行贷款，正式在常州、洛阳和沙市三个中等城市进行城市规划管理信息系统子系统的研究探索和建设。1990 年后，计算机技术发展迅速，随着国民经济建设和城市化进程的加快，特别在经济特区和东南沿海城市，对城市地理信息系统的需求出现了一股热潮，加强了投入。与此同时，我国城市地理信息系统建设以应用为导向的目标进一步得到明确，建设速度加快，已进入城市管理和规划的业务应用阶段。用户对城市地理信息系统的需求无论在广度（全国有更多的市、镇；在城市内部有更多的部门和专业领域）和深度（从静态管理到动态监控，进而作出综合的分析决策）上都在迅速增强，出现了一个很好的形势。目前我国有相当一批城市和市镇，如广州、北京、上海等大城市，深圳、海口、北海、厦门、淄博等中小城市，中山市的小榄、辽宁的瓦房店市等小市镇，在过去几年都建立或初步建立了城市地理信息系统及其专题数据库，诸如规划与土地管理数据库、地下管网数据库和交通数据库等。在城市信息的查询，政府职能部门的办公自动化，土地、规划或房地产管理的计算机化，乃至部分城市问题的分析评价与科学决策，以及某些数据和信息的更新等方面，都在不同程度上借助城市地理信息系统这一先进技术，并产生了非常明显的社会效益和经济效益。综上所述，我国已开始进入或正待进入城市地理信息系统面向城市规划管理、城市监测和评价分析的实际应用阶段。与发达国家的城市地理信息系统相比，我国城市地理信息系统在整体技术水平、分析评价和辅助决策功能、监测与调控能力、商品化与产业化程度，以及实际的业务运行能力等方面，都仍有很大的差距。目前正面临世纪之交，我国有几百个城市、数以千计的县城和数以万计的城镇将逐步开展城市地理信息系统的建设和应用，如何统一城市地理信息系统的规范和标准以保证其信息共享，便成为一个十分重要、非常突出和迫切需要解决的问题。

1.1.3 城市地理信息系统的内容、功能和特点

城市地理信息系统由五大要素构成：数据、硬软件和网络、规范标准、技术队伍以及组织管理，这是经过多年实践，从经验教训中得出的明确认识。就某城市进行城市地理信息系统建设而言，硬、软件和网络主要靠选购；规范标准主要是采用，部分要结合实际制订；技术队伍从实际工作中培养和个别引进；组织管理非常重要，靠吸取前人经验和结合自身工作实践逐步摸索；唯独数据是要全靠城市本身独立解决的，它是建立城市地理信息系统的一项最基础和最重要的任务，并且工作量非常浩大。

城市地理信息系统的数据可概括为两类：一类是基础数据，包括城市基础地图和用于反映地形、交通、水系、境界、房屋和人口等信息的其它资料，它们表示城市的基本面貌，并作为其它专题数据的背景或控制；另一类是专题数据，即各种专业性的城市地理数据，如城市规划、地下管网、土地利用、环境污染，等等，它反映城市某一方面的专门内容。这两类数据均来自地形图、专题地图、统计表册和其它的资料载体，它们都具有空间属性（在什么位置?）、专题属性（代表什么内容?）、时间属性（产生于哪个时间?）和统计属性（多少数量或质量如何?）的特点。本书第七章将对此有详细的论述。

城市地理信息系统的功能可从两个角度来描述：

一是从数据处理分析和表达的技术角度描述，可概括为数据获取、转换和编辑、数据重构和转换、数据分析与表达、查询检索以及成果输出等六种主要功能，这是面向城市地理信息系统专业人员的概括。

二是以应用为导向，从用户使用城市地理信息系统对城市进行管理与规划的角度去描述，可概括为三种功能：

(1) 管理功能。通过建立城市地理信息系统，实现各种信息的数字化、标准化和计算机化，从而达到统一管理、数据共享和促进办公自动化，实现信息的快速查询检索、实时交换以及可视化表达和输出，逐步形成一个以计算机为核心的城市动态管理系统，对城市实行现代化管理。

(2) 评价分析功能。通过建立不同的分析模型和辅助决策支持系统，对城市某单一或综合性问题，如交通网络、投资环境、规划管理、企业选址或工程效益等，进行综合评价分析，提出方案，供主管部门决策参考，也包括应付一些突发性事件，如城市洪水、火灾等灾害，也可通过相关的分析评价，作出快速反应。

(3) 规划与预测功能。这是根据城市现状、发展趋势和潜在能力等综合因素，通过不同预测模型来展现可能的前景，供中长期规划和宏观调控作参考之用。城市地理信息系统是支持这种规划与预测的有力工具。目前城市地理信息系统着力探索的正是可用于城市持续发展能力建设的这一功能。

城市是人口、资源、环境和社会经济要素密集的地理综合体，是人文和自然高度复合的复杂系统。因此，和一般地理信息系统比较而言，城市地理信息系统具有下面一些主要的特点：

(1) 数据类型的多样性和服务对象的多层性。城市地理信息系统包含了地理基础要素和资源、环境、社会经济等多种类型的数据，在时间上是多时相的，结构上是多层次的，性质上又有“空间定位”和“属性”之分，既有以图形为主的矢量数据，又有以遥感为源的栅格数据，还有关系型的统计数据，这就必须对数据模型提出特殊的设计要求。在服务对象方面，既要考虑市政主管、专业部门和公众的查询需要，又要满足管理、评价分析和规划预测的不同用户需求。因此，城市地理信息系统在服务对象的多层性上有很高的要求。

(2) 精度高、现势性强。从特定角度看来，城市地理信息系统是地理信息系统在大比例尺地学中的应用。例如，它用于房产和地籍的管理，为此要采集和处理宗地数据，其精度要求甚高。另外，城市化进程和城市发展加快，对信息更新的时效性要求也随之提高，已经提出“逐日更新”的要求，以确保系统内信息良好的现势性。

(3) 模型化、智能化和多功能性。城市地理信息系统既要实现管理现代化，又要实现策略的制订和优化，它必然要有一整套分析、评价、预测和优化的模型，并具备管理、评价分析和预测预报等多种功能，它比一般地理信息系统应有更综合和更高级的智能化需求。

(4) 与办公自动化的一体化。城市政府业务部门的办公自动化是城市地理信息系统应具备的功能之一，也是确保城市地理信息系统具有生命力和信息更新能力的一个非常重要的途径。因此，政府职能部门的办公自动化最好能充分应用城市地理信息系统的技术，并形成一体化的系统结构。

(5) 严格的层次结构和高度统一的规范标准。城市的职能部门很多，结构相对复杂。因此，对于一个城市地理信息系统，从其底层的基础地理信息子系统，到中层的各种专题子系统和高层的综合子系统，在层次结构和建设顺序上均有严格的要求。并且在信息标准、技术标准和系统标准上必须有一整套规范，以确保信息共享和系统兼容。

(6) 强烈的实用化需求。城市地理信息系统建设的实用化需求十分迫切，用户明确，目标清楚，可能取得的经济效益和社会效益也是一目了然的。所以，较之其它地理信息系统，它的实用化需求会更加强烈和明确。

当然还有其它一些特点。在设计和建设城市地理信息系统时，上述主要特点是必须充分注意和考虑的。

1.1.4 当前我国城市地理信息系统发展中应注意的几个问题

根据本书写作的宗旨，这里讨论的重点不是城市地理信息系统发展的一般方向和理论，而是当前我国在建设城市地理信息系统中提出的一些应该注意的问题，可归纳为以下几个方面：

(1) 框架结构和建设顺序。从整体和长远目标考虑，城市地理信息系统的结构应该包括基础子系统、专题子系统和综合子系统三层。基础子系统是整个其它子系统的空间定位和公共要素的基础，必须有全局的考虑，并在严格的标准下首先进行建设，以便为其它子系统建设提供一个共同的统一基础。

(2) 建设开发模式。目前我国绝大多数中小城市都有迫切建立城市地理信息系统的需求，却无足够的技术力量和经验。因此，应该以城市有关部门为主，遴选一个确有技术力量和实际经验的单位，作为长期的技术支撑和咨询机构，并采用合作开发的模式进行建设。城市要充分注意掌握整个系统建设的主动权，抓紧培养技术队伍，严格按照系统开发建设的顺序，特别应以技术支撑单位为主，做好用户需求调查、总体设计和论证两项关键工作，形成具有权威性的文本，作为整个建设工作的指南。

(3) 标准化与规范化。要特别注意解决三方面的标准化与规范化问题：一是要对城市各个部门的业务工作建立规范模式，以适应利用城市地理信息系统工具实现办公自动化的目标；二是根据国家和地方标准，结合本市实况，形成本市统一的图形信息分类编码和属性信息指标体系等方面的标准，以确保数据统一和信息共享；三是形成系统开发的技术规程与标准，严格遵照进行。

(4) 硬、软件配置。根据城市地理信息系统的建设规模、经济支撑能力和分期建设目标，在完成总体设计和论证的基础上，以总体设计为依据来确定硬、软件的配置和采

购。当前还应充分注意网络和多媒体技术的应用。切勿先购设备，再进行系统设计，以免造成浪费。

（5）与办公自动化相结合。大多数中小城市对建立城市地理信息系统的最初要求主要是：用计算机管理数据资料，为用户提供方便的查询检索、数量统计、图形显示和信息传输功能，并逐步实现办公自动化；只有在提高日常工作的效率之后，才会有进一步分析评价和预测的要求。因此，把城市地理信息系统的建设和办公自动化紧密结合成一个整体是非常重要的。此外，通过办公自动化来积累数据资料，也是信息更新的一个非常重要的途径。

（6）技术队伍的培养。目前，大多数中小城市都还没有形成一支城市地理信息系统的技术队伍，而一个城市地理信息系统的建设、运转和发展，必须依靠城市本身的技术队伍。所以一开始就要在技术支撑单位的帮助下，认真培训本城市的技术队伍，使它能熟练地把握运转和发展整个系统的关键技术。

（7）系统的不断更新。从系统开始建设之日起，就要十分明确它的更新问题。城市地理信息系统必须不断更新才能具有真正的应用价值，否则就是一个没有现势性的“死系统”。在这方面，国内外已有很多历史教训。更新主要指的是三层意思：一是数据信息必须不断更新，否则系统提供的信息会误导；二是硬软设备的更新换代，计算机发展很快，周期性的设备更新是必需的；三是要充分掌握新的技术方法，如全球定位系统（GPS）技术，高分辨率的航天、航空遥感技术，测量与地理信息系统一体化技术等。掌握新技术可以节省开支，并提高更新效率。

（8）创造一个好的政策环境和管理环境。经验证明，城市地理信息系统建设是一项很复杂的系统工程，涉及的部门很多，对传统的工作方式、方法也是一种冲击和改造，并且涉及对各部门权力和利益的分配与监督。政策环境和管理环境对系统成败造成的影响往往远大于技术问题。所以，城市地理信息系统建设在组织机构、领导关系、信息共享、部门协作、知识产权等方面的调控，都必须由市政府给予一定的权力，造就一个良好的政策和管理环境。否则，要成功地建成和顺利地运转一个城市地理信息系统是十分困难的。

1.2 城市地理信息系统的结构体系

1.2.1 城市地理信息系统的框架结构

城市地理信息系统具有多要素、多层次和分布式网络结构的特点。结合我国城市化和城市管理的具体情况，从长远、整体和综合的角度考虑，城市地理信息系统的框架结构应该包括以下三层（参见图 1-3）：

（1）基础层。即基础信息子系统，主要包括大比例尺（例如 1：500～1：2000）地形图的地形要素，为所有专题子系统提供统一的空间定位基础。这类数据库应由市政府支撑建立，垄断发行权，不准重复建设。

（2）专题层。即公共基础加专业信息形成的专题信息子系统，一般应首先发展城市土地、城市规划、城市交通、市政建设等带有专题基础作用的子系统。

（3）综合层。即最上层的城市综合地理信息系统，从开始建设地理信息系统之日起，

便应对它有所考虑，但要等到基础层和专题层建成之后，方能着手进行。综合层对城市的综合规划、管理和决策有重要意义。

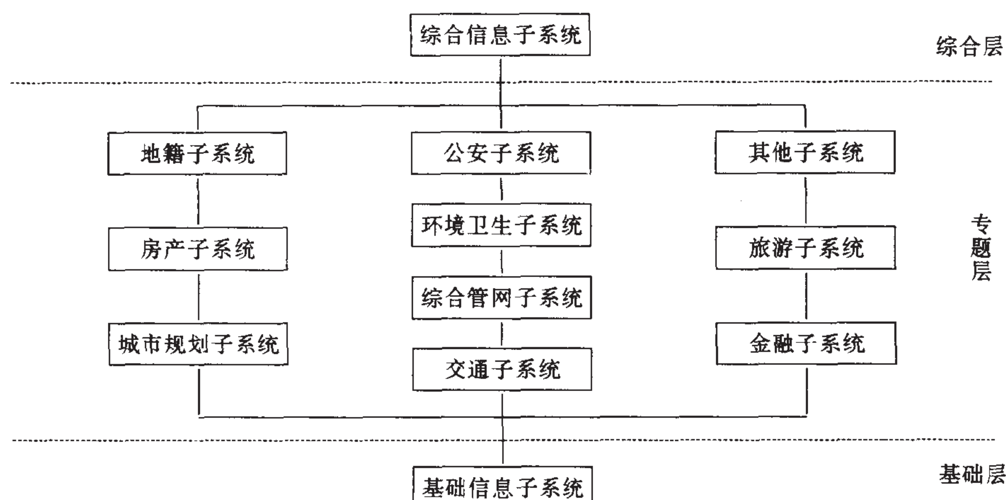


图 1-3 城市地理信息系统框架结构示意图

1.2.2 城市地理信息系统的硬、软件配置

以计算机为核心的硬、软件和网络设备是建立城市地理信息系统的物质基础，在系统建设的初期，它们所占的投资比重较大，必须周密考虑和慎重采购。本书第九章对系统硬、软件配置有详细论述，这里只讨论一些原则和应考虑的问题。

我国目前城市地理信息系统的主要硬件包括：计算机（微机、工作站和服务器等），输入设备（数字化仪、扫描仪等），输出设备（普通绘图仪、静电和激光绘图仪、图形显示装置等），数据存储设备（硬盘、光盘、磁带机等）、多媒体设备和图像处理设备等。

软件主要包括：计算机操作系统，关系数据库管理系统和程序语言，地理信息系统基础软件，应用软件，以及专题分析模型软件和图像处理软件等。

网络方面主要应考虑网络类型、通信协议、传输介质、互连设备、拓扑结构、操作系统、管理系统和结构化布设等。

硬、软件的采购和配置有一系列技术指标、性能价格比和评价方法，本书第九章将有详述。在一些已经开展和即将开展城市地理信息系统建设的城市，当前在硬、软件配置方面存在的一些主要问题是：

（1）先购设备，后作系统设计；

（2）重视硬件，轻视软件，忽视开发；

（3）盲目追求高档和先进设备，试图“一步到位”，造成浪费；

（4）缺乏整体和长远考虑，给进一步发展造成困难。

在配置硬、软件时，我们应该慎重考虑以下几方面的问题：

（1）硬、软件的选型和配置。硬、软件选型和配置的依据有：可能的投资规模；系统建设的主要目标和分阶段目标；数据量的目前状况和近期扩展的估计；应用部门的多少；拟选型设备在国内外的用户数量；使用时间的长短；售后服务体系和发展趋势等，上述各种依据因素要综合考虑，对所有应考虑的因素都要有调查和分析材料。

(2) 必须按先设计、后采购的顺序配置设备。先进行系统的设计和论证，然后按设计任务配置系统设备。要充分考虑“分期配备，逐步完善”的原则，因为硬软件技术的发展都很快，更新周期也很短，设备配置一步到位与系统建设周期不匹配，往往会造成建成后的系统陈旧过时。

(3) 微机、工作站、服务器和网络的适当组合。当前，微机发展非常之快，它的性能和功能不断加强，且价格相对低廉。网络技术和应用发展也非常迅速，信息高速公路建设进展很快，远近程通讯和信息交换网络化在不远的将来能广泛实现。城市地理信息系统的硬件设备配置要充分注意这个趋势。

在本书第九章提出的三个供大、中、小不同规模系统硬软件配置的参考方案中，对于大多数中小城市地理信息系统建设的初期，可考虑以微机为主，组成局域网，加入个别工作站和服务器作支撑。对于大、中规模的系统也应充分注意网上的微机配置。

(4) 软件系统配置的考虑。必须充分重视软件系统的作用和选择。软件是用户“看不见”的设备，价格也较昂贵，往往不被重视或舍不得投资，这是一个很危险的倾向，需要十分警惕和注意克服。

软件分为基础软件和应用软件。对于基础软件，绝大多数城市不可能也不必要自己开发。应用软件则应结合城市实际需求和技术力量的配备状况，采用引进和自行开发相结合的方式来解决。

选择基础软件是系统建设中的一个重大问题，它对系统的建立、应用和发展都有举足轻重的作用。当前，在地理信息系统领域，从国外引进的基础软件系统占据了绝大部分国内市场；我国国产基础软件系统近两年发展也很迅速，在微机平台上已初步形成了产品和商品系列。基于这种现状，对于准备开始进行城市地理信息系统建设的城市，要从软件系统的可靠性、易操作性，与其它软件系统的兼容性、汉化程度、可扩展性、价格以及售后服务等方面来慎重选择。

1.2.3 城市地理信息系统的数据组织

1.2.3.1 数据分类

在地理信息系统中，用来描述各种事物和现象的是数据。城市地理信息系统中的数据主要有两类：一类是空间数据。例如，用一组数据来描述某城市的一段高速公路，便要明确表达该段公路在什么位置（空间位置)，它和其它要素在几何上有什么关系（拓扑关系)。另一类是非空间数据，如城市人口总数，它表达的是人口这个城市属性的值。

此外，根据数据来源，也可把城市地理信息系统的数据分为以下几种：

(1) 图形数据　通过对地形图和各种专题地图的数字化操作，可获取图形数据，这是城市地理信息系统最大量、最基本的数据，多为矢量形式。

(2) 图象数据　主要由航空和航天遥感得来的数据，以栅格形式表达。

(3) 统计数据　从城市不同部门周期性或专门性的调查获得，多为空间定位型关系数据。

(4) 属性数据　用于描述上述图形和图像实体的属性，多为数字型或字符型数据。

(5) 其它数据　诸如对城市历史和现状的描述数据，对规划和知识的表达数据等。

1.2.3.2 数据特点

城市地理信息系统的数据具有三个主要特点：

(1) 既有大量的空间数据，又有大量的非空间数据（即属性数据），并且空间数据和属性数据有不可分割的联系。

(2) 城市地理信息系统是一个复杂的巨系统，要用空间数据和非空间数据来描述复杂的空间关系和地理关联。

(3) 内容多，数量大。

1.2.3.3 *数据结构*

目前，在城市地理信息系统中使用最广的是矢量数据结构和栅格数据结构。矢量数据结构主要以点、线、面、体的对象格式来描述城市要素的空间位置和关系。栅格数据结构则是把城市要素按规则的网格(正方形、长方形、三角形等)划分开，并按网格所在行、列位置取值。本书第八章对这些数据结构有详细的描述。

1.2.3.4 *数据的组织和管理*

目前，城市地理信息系统中的各种数据主要是以“层”来分别存贮和组织的。或根据使用方便来组成“层”，或根据数据代表的专题性质来组成“层”，按“层”组织的数据，有利于查询检索和分析。

城市地理信息系统数据由其基础软件的数据库管理软件管理。目前一般事务管理用的数据库管理系统（DBMS）已不适合直接管理城市地理信息系统的空间数据，因此常采用下列四种方法中的一种来求得改善。

第一种方法比较简单，是初期地理信息系统通常采用的方法，它没有集中控制的数据库管理系统，仅适合于规模小的城市地理信息系统〔参见图 1-4 (a)〕。

第二种方法是用关系型数据库管理系统管理属性数据，用专门的软件管理空间数据，用户既可和两个数据库分别打交道，也可通过某种途径同时访问两个数据库，这是目前城市地理信息系统通常采用的数据管理方法〔参见图 1-4 (b)〕。

第三种方法是扩展通用关系型数据库管理系统的功能，使其增加对空间数据的管理能力，以适合城市地理信息系统用户的需求〔参见图 1-4 (c)〕。

第四种方法是采用具有专门功能的数据库管理系统，把空间数据和属性数据紧密结合，集中管理，便于用户使用〔参见图 1-4 (d)〕。

1.3 城市地理信息系统的标准化

1.3.1 城市地理信息系统标准化的重要性

标准化和规范化是反映一个国家经济发展和科技进步的重要标志，也是保证信息交换与共享的前提，特别在信息社会里，其意义尤为重大。

城市地理信息系统既是城市基础设施之一，又是城市现代化管理、规划和科学决策的先进手段，担负着整个城市综合信息的储存、分析、交换和服务的任务，标准化则是它能实现其功能的重要前提。因为：第一，城市地理信息系统的建设和应用本身就是一个巨大而复杂的系统工程；第二，城市地理信息系统的数据来源非常广泛，包括各行各业，多种类型，且数量巨大，又要求相互兼容与沟通；第三，城市地理信息系统要服务于多层次（市、省、部委乃至中央）、多类型（政府、厅局、专业部门、乃至社会公众和

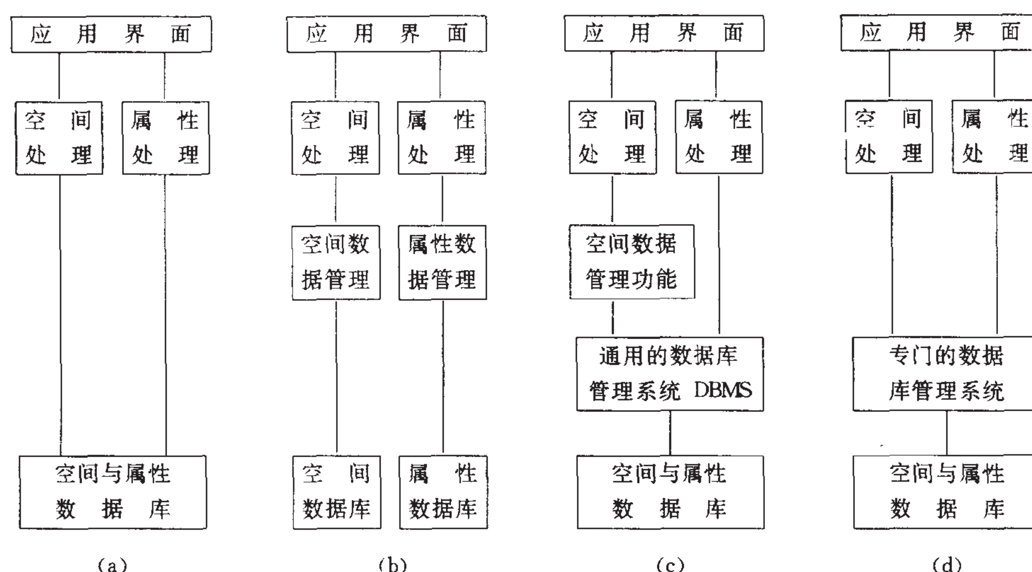


图1-4 四种常用地理信息系统数据库管理方法

（本图引自宋小冬、叶嘉安著，《地理信息系统及其在城市规划与管理中的应用》）

个人）的用户，面对着千差万别的需求；第四，部分城市还与国际接轨，进入国际网络（例如 Internet），实现国际信息交换。凡此种种，均要求信息分类、数据格式、技术流程和设备配置等有一系列相互配套的标准、规范、规程和约定，以确保信息交换共享、系统间互相兼容、系统各个环节和各个部分间上下连接，历史、现时和预测未来的信息相互可比等等，以达到城市地理信息系统的各个子系统间、城市各个部门间、城市主管部门和社会公众间、各个有关城市间、以及本城市与上级部门间的联系等，均能应用城市地理信息系统的技术共享资源，相互通讯。所以，标准规范的制订和完善是系统设计前和系统建设中始终要抓紧的一项重要工作，并且要通过大量的实践，逐步形成和完善城市地理信息系统标准体系，它对促进我国城市地理信息系统的发展，确保从中央到地方多层次、多类型城市地理信息系统的兼容和网络连接，促进实现数据共享，从而使城市地理信息系统发挥其经济与社会的效能，有着不可估量的巨大作用和深远意义。

1.3.2 当前要解决的问题

城市地理信息系统的标准是一个内容丰富，种类繁多的体系，读者从本书的第四章中可以得到全面的了解。我们所说的城市地理信息系统标准化，主要是指制订、颁布和实施这一系列标准。这样一个标准化体系是要经过长期的研究、实践和多部门的合作才能逐步建立起来的，这既不是某一个城市的任务，也不可能由他们独立来承担。那么，对于目前正在展开和将要开展城市地理信息系统建设的大多数中小城市来说，在标准化问题上最迫切需要解决的是哪些问题呢？

第一，要了解、吸收和引用国家、行业和地方已有的标准、规范与规程；分析和引用一些先行城市已经制定而又适合本城市具体情况的标准、规范与规程。

第二，要结合城市的具体情况，抓紧研究和制定系统建设中必须具备的一些标准，例如：

（1）城市地理信息的分类和编码标准。包括基础地理信息、专题地理信息和属性信

息的分类、编码和指标体系。

(2) 城市地理信息的质量控制标准。对每一类型信息的空间定位精度和属性精度都应有明确的质量要求和检测方法。

(3) 标准术语和数据词典。主要是用词规范，明确界定数据项的内涵与外延，使每一个基础的或专业的要素均有明确的定义以及数量和质量指标。

(4) 数据记录格式和交换格式标准。

(5) 城市地理信息空间定位公共基础标准。包括地图投影和转换，平面坐标系，高程坐标系，地理格网和城市分区标准等。

(6) 城市地理信息系统开发建设的技术流程规范。这方面有很多内容，例如系统设计的技术流程规定，数字化技术规程，技术文档保存规则等等。

第三，以政府的行为和政令，提供一个良好的管理环境、政策环境和法律环境，这虽然不完全是城市地理信息系统标准化的内容，而是涉及立法的问题，但在系统建设和应用中却非常重要。实践经验证明，在一定意义上，发展城市地理信息系统最困难的不是技术与资金，而是管理与协调。为适应城市信息系统的建设，必须规范政府职能部门的管理机制和办事程序，出台一系列规定，使其简单化、结构化、秩序化、逻辑化和标准化，不能因人而异，只能遵循一种程序的模式；明确和协调政府职能部门之间，职能部门和城市地理信息系统之间在数据信息获取、交换和有偿（或无偿）使用中的义务、权利和责任；必须出台若干政令，界定城市地理信息系统及其资源的知识产权、使用权、发布权、修订权和开发权等等。国内外的历史经验，特别是很多教训都表明，城市地理信息系统引入城市管理和规划工作，对原有管理机制的调整、理顺，工作环节的规范化与制度化，信息资源共享与单位间的协作等无不涉及到城市各个职能部门，冲击到传统的工作方式方法和利益分配，它既需要各级行政主管细致和耐心的引导，更需要用规范、规程、规定和法令来保证。

1.3.3 城市地理信息系统标准化的可能性

我国对地理信息系统，其中包括城市地理信息系统的标准化和规范化的工作是十分重视的，早在1983年国家科学技术委员会便成立了一个跨部门的专家组，专门研究我国地理信息系统国家标准与规范的问题，并于1984年提出了我国第一部地理信息系统发展及其标准与规范纲要的报告——“资源与环境信息系统国家规范研究报告”，俗称“蓝皮书”。随后，在第七和第八个五年计划（1986～1995年）期间，关于地理信息系统规范和标准的研究与实践，分别被作为国家科技攻关项目和部门科技攻关项目，组织了长期的研究，先后提出了30多个国家标准或标准建议，并且已有一批与城市有关的，例如“地理格网”、“城市用地分类与规划建设用地”、“城市地理要素——城市道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线编码结构规则”等国家标准先后颁布实施，还有一系列相关的行业标准出台。当前，国家对城市地理信息系统标准化非常重视，本书的研究和出版是国家科学技术委员会直接支持的。在第九个五年计划（1996～2000年）时期，地理信息系统标准化和规范化的工作正在国家和部门立项，可望有更多的投入和更深的研究。这是建立比较完整的城市地理信息系统标准体系的重要基础。

另一方面，从80年代末期开始，我国城市地理信息系统有了一个很大的发展，有一

批城市已初步建成城市地理信息系统并投入使用，有的正在建设中或开始了系统总体设计。这既包括如北京、上海和广州等大城市，也包括海口、深圳、北海和淄博等中型城市和广东小榄、辽宁瓦房店等小城市或城镇。这些城市地理信息系统建设的实践，以及在实践中提出和总结出来的一系列城市地理信息系统的标准、规范、规程和经验总结，毫无疑问都是我们搞好城市地理信息系统标准化工作的实践依据。

还有，近年来在研究和实践的基础上，已发表了一批研究技术和工作报告，出版了若干册专业书刊，使得目前准备开始进行城市地理信息系统建设的城市在标准化和规范化方面有了一定可遵循的依据，可以避免一些盲目性。此外，在国家或省一级，对城市地理信息系统标准化的整体考虑也已经在研究中。例如，广西壮族自治区经过一年多的调查研究，于 1996 年 8 月提出了广西城市信息系统发展大纲，包括 10 章 104 条，从城市地理信息系统的总体框架、系统设计、规范标准与立法、系统实施、维护更新、组织机构、管理与政策环境等方面都提出了明确而规范的要求，描述了建设一个省级范围的城市地理信息系统总体规范。

综上所述，我们希望和读者有一个共识：建设城市地理信息系统，标准和规范是重要的；对于正在和将要开展城市地理信息系统建设的城市，在标准和规范方面应该重点抓些什么；我们已有一定的研究和实践积累，是能够做好城市地理信息系统的标准和规范工作的。

参 考 文 献

[1] 宋小冬、叶嘉安．地理信息系统及其在城市规划与管理中的应用．科学出版社，1995

[2] 张新生、何建邦．城市地理信息系统的发展与问题．1996

[3] 陈述彭．城市化与地理信息系统．空间技术应用高级研讨班报告．1996

[4] 马明栋．城市地理信息系统理论与实践研究．中国科学院地理研究所博士生论文．1996

[5] 何建邦、蒋景瞳．我国 GIS 事业 15 年和当前发展的若干问题．地理学报增刊，1996

[7] 广西壮族自治区建委规划处等．广西城市信息系统发展政策研究．1996

[8] 叶嘉安、何建邦、施迅．关于我国 GIS 产业化发展若干问题的思考和策略．1995

[9] 陈燕申、乔继明等．中国城市地理信息系统信息分类体系及其编码规范化研究．中国城市规划设计研究院（研究报告），1993

第二章　基本术语

这里列出的是本书中使用的最主要的基本术语，其解释适用于本书，按汉语拼音顺序排列。

编码（Encoding）

将信息分类的结果用一种易于被计算机和人识别的符号体系表示出来的过程，是人们统一认识、统一观点、相互交换信息的一种技术手段。编码的直接产物是代码。

标准化（Standardization）

在经济、技术、科学及管理等社会实践中，对重复性事物和概念通过制定、发布和实施标准，达到统一，以获得最佳秩序和社会效益。一般说来，包括制定、发布与实施标准的过程。

标准化审查（Standardization Examination）

由标准化管理机构组织有关专家或专业技术人员，依据有关标准、规范、文件的标准化要求，对信息系统建设的各个方面进行分析、论证、审查的过程。

标准体系（Standard System）

一定范围内的标准、办法、规定等按其内在联系形成的科学的有机整体。

标准体系表（Digrams of Standard System）

一定范围的标准体系内的标准，按照一定形式排列起来的图表。它是标准体系的一种直观表现形式，其组成单元是标准。

标识码（Identification Code）

在要素分类的基础上，用以对某一类数据中某个实体进行唯一标识的代码。它便于按实体进行存贮或对实体进行逐个查询和检索，以弥补分类码的不足。

城市地理信息（Urban Geographic Information）

城市地理信息是城市中一切与地理分布有关的各种地理要素图形信息、属性信息及其相互间空间关系信息的总称。

城市地理信息系统（Urban Geographic Information System）

简称“UGIS”。它是地理信息系统的一个分支，是一种运用计算机硬、软件及网络技术，实现对城市各种空间和非空间数据的输入、存贮、查询、检索、处理、分析、显示、

更新和提供应用，以处理城市各种空间实体及其关系为主的技术系统。它是城市基础设施之一，也是一种城市现代化管理、规划和科学决策的先进工具。

城市基础地理信息（Urban Fundamental Geographic Information）

城市基础地理信息是指城市最基本的地理信息，包括各种平面和高程控制点、建筑物、道路、水系、境界、地形、植被、地名及某些属性信息等，用于表示城市基本面貌并作为各种专题信息空间定位的载体。它具有统一性、精确性和基础性的特点。

城市专题地理信息（Urban Thematic Geographic Information）

城市基础地理信息是指各种专题性的城市地理信息，包括城市规划、土地利用、交通、综合管网、房地产、地籍、环境等，用于表示城市某一专业领域要素的地理空间分布及规律。它具有专业性、统计性和空间性特点。

ISO/OSI 参考模型（OSI-RM）（ISO/OSI Reference Model）

该模型是国际标准化组织（ISO）为网络通信制定的协议，根据网络通信的功能要求，它把通信过程分为七层，分别为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层，每层都规定了完成的功能及相应的协议。

大地坐标（Geodetic Coordinate）

大地测量中以参考椭球面为基准面的坐标。地面点 P 的位置用大地经度 L、大地纬度 B 和大地高 H 表示。当点在参考椭球面上时，仅用大地经度和大地纬度表示。大地经度是通过该点的大地子午面与起始大地子午面之间的夹角，大地纬度是通过该点的法线与赤道面的夹角，大地高是地面点沿法线到参考椭球面的距离。

地方标准（Local Standard）

地方标准是指在某个省、自治区、直辖市范围内统一的标准。地方标准由省、自治区、直辖市标准化行政主管部门制定，并报国务院标准化行政主管部门和国务院有关行政主管部门备案。当同一内容的国家标准或行业标准公布后，该地方标准即行废止。

地理格网（Geographic Grid）

是按一定的数学法则对地球表面进行划分形成的格网，通常是指以一定长度或经纬度间隔表示的格网。

地理信息描述数据（Metadata for Geographic Information）

描述数据又称元数据，或诠释数据。地理信息描述数据是描述地理数据内容、质量、状况和其他特征的数据。

地理信息系统（Geographic Information System）

简称“GIS”。它是为特定的应用目标而建立的空间信息系统，是在计算机软件、硬

件及网络支持下，对有关空间数据进行预处理、输入、存贮、查询检索、处理、分析、显示、更新和提供应用的技术系统。

地理坐标（Geographic Coordinate）

用经度（λ）和纬度（φ）所表示的地面点位置的球面坐标。本地子午面与本初子午面之间的夹角为该点的经度，由本初子午面向东为东经，向西为西经，东、西各180°。地面点在参考椭球的法线与地球赤道平面的交角为该点的纬度。赤道面向北为北纬，向南为南纬，南、北各90°。

地图投影（Map Projection）

地图投影是把地球椭球面上的经纬线网和地理要素表示到平面上的数学法则。按投影面的形状，地图投影分为方位投影、圆柱投影、圆锥投影；按投影变形的性质，分为等角投影、等面积投影、等距离投影。如地球表面上有一点A（φ，λ），它在投影平面上对应点A′(x,y)，则一般投影公式为

$$x=f_1(\varphi,\lambda)$$
$$y=f_2(\varphi,\lambda)$$

不同的地图投影，f_1和f_2有不同的形式。

定位精度（Positional Accuracy）

空间实体位置信息（通常为坐标）与其真实位置之间的接近程度。

多媒体网络（Multimedia Network）

为多媒体通信提供一个网络传输环境，内容包括：网络带宽、信息交换方式、高层协议等，其表现形式为电话网、交换网……。

端-端加密方法（End-End Encryption Method）

此方法提供从信息源到目的地的数据传送方法，在此种方法下，任何一条线路被破坏都不妨碍数据的保密。

分类码（Classification Code）

按照信息分类编码的结果，利用一个或一组数字、字符，或数字字符混合标记不同类别信息的代码。分类码多采用线分类法，形成串、并联结合的树形结构。

高程系（Elevation System）

由高程基准面起算的地面点的高度称为高程。一般地，一个国家只采用一个平均海水面作为统一的高程基准面，由此高程基准面建立的高程系统称为国家高程系，否则称为地方高程系。1985年前，我国采用“1956年黄海高程系”（以1950～1956年青岛验潮站测定的平均海水面作为高程基准面）；1985年开始启用“1985国家高程基准”（以1952～1979年青岛验潮站测定的平均海水面作为高程基准面）。

国际标准（International Standard）

由国际标准化机构正式通过的标准，或在某些情况下由国际标准化机构正式通过的技术规定。通常包括下述两方面的标准：

（1）国际标准化组织（ISO）和国际电工委员会（IEC）所制定的标准。

（2）国际标准化组织认可的其他 22 个国际组织所制定的标准。

国际标准化组织（ISO）（International Organization for Standardization）

国际标准化组织（ISO）是非政府性的国际标准化机构，成立于 1947 年。其宗旨是在全世界范围内促进标准化工作的发展，以利于国际间的物资交流和互助，并扩大在知识、科学、技术和经济方面的合作。其主要活动是制订国际标准，协调世界范围内的标准化工作，组织各成员国和各技术委员会进行情报交流，以及与其他国际组织进行合作，共同研究有关标准化问题。其工作领域涉及除电气、电子工程以外的所有学科（电气、电子工程领域的国际标准化工作由 IEC——国际电工委员会负责）。

国际标准化组织地理信息/地球信息业技术委员会（ISO/TC 211）（ISO Geographic Information/Geomatics）

国际标准化组织（ISO）技术局 1994 年 3 月决定成立的地理信息 / 地球信息业技术委员会（Technical Committee of Geographic Information/Geomatics），编号为 ISO/TC 211。该技术委员会负责地理信息（或地球信息业）国际标准的研制工作，现任秘书国为挪威。现有积极参加成员（即 P 成员）24 个、观察员（即 O 成员）13 个。我国为 P 成员。

国家标准（State Standard）

由国家标准化主管机构批准、发布，在全国范围内统一的标准。

54 国家坐标系（State Coordinate System-54）

采用克拉索夫斯基椭球参数，大地坐标原点在北京的大地坐标系，又称北京坐标系。

80 国家坐标系（State Coordinate System-80）

采用国际地理联合会（IGU）第 16 届大会推荐的椭球参数，大地坐标原点在陕西省泾阳县永乐镇的大地坐标系，又称西安坐标系。

高斯-克吕格投影（Gauss-Krüger Projection）

简称“高斯投影”。它是一种横轴等角切圆柱投影。它把地球视为球体，假想一个平面卷成一个横圆柱面并把它套在球体外面，使横轴圆柱的轴心通过球的中心，球面上一根子午线与横轴圆柱面相切。这样，该子午线在圆柱面上的投影为一直线，赤道面与圆柱面的交线是一条与该子午线投影垂直的直线。将横圆柱面展开成平面，由这两条正交直线就构成高斯-克吕格平面直角坐标系。为减少投影变形，高斯-克吕格投影分为 3°带和 6°带投影。

行业标准（Trade Standard）

在全国某个行业范围内统一的标准。行业标准由国务院有关行政主管部门制定，并报国务院标准化行政主管部门备案。当同一内容的国家标准公布后，则该内容的行业标准即行废止。

精度（Accuracy）

观测结果、计算值或估计值与真值（或被认为是真值）之间的接近程度。

基础通用标准（Basic Standard）

在一定范围内，作为其它标准的基础并普遍使用的、具有广泛指导意义的标准。

加密算法（Encryption Algorithm）

被定义为从明文到密文的一种变换，它分为常规加密算法（又称对称加密算法）和公开密钥加密算法（又称非对称加密算法）。

客户机／服务器结构（Client／Server Structure）

它是一种分布式计算机体系结构，充分利用中央处理机和服务器，采用智能终端，把数据和程序放在服务器上，工作业务专门化，每台计算机可专门设置一种功能，可把应用分为前、后台放在计算机上，在网络上只传递请求和应答，而不是大量的程序和数据，这样也减少了网络通信量。

空间参照系统（Spatial Reference System）

确定地理目标平面位置和高程的平面坐标系和高程系的统称。平面坐标系分为国家坐标系和独立坐标系；高程系分为国家高程系和地方高程系。

空间数据（Spatial Data）

用来表示空间实体的位置、形状、大小和分布特征诸方面信息的数据，适用于描述所有呈二维、三维和多维分布的关于区域的现象。空间数据的特点是不仅具有实体本身的空间位置及形态信息，而且还有实体属性和空间关系（如拓扑关系）信息。

空间数据记录格式（Record Format for Spatial Data）

空间数据在传输、处理和存贮过程中的记录形式，包括数据记录格式和文件记录格式，分逻辑记录格式和物理记录格式。

空间数据交换格式（Transfer Format for Spatial Data）

指不同的地理信息系统或地理信息系统与其他信息系统之间实施空间数据双向交换时采用的数据格式，这些格式包括矢量格式和栅格格式等。

空间数据结构（Spatial Data Structure）

空间数据结构是指空间数据在计算机内的组织和编码形式。它是一种适合于计算机存贮、管理和处理空间数据的逻辑结构，是地理实体的空间排列和相互关系的抽象描述。它是对数据的一种理解和解释。

链路加密方法（Link Encryption Method）

仅对通过两节点之间通信线路数据进行加密保护的方法，此时不考虑信源和目的地。

目标（Object）

一个实体的全部或部分的数字表示。

平面直角坐标系（Rectangular Plane Coordinate System）

用直角坐标原理在投影面上确定地面点平面位置的坐标系。与数学上的直角坐标系不同的是，它的竖轴为 X 轴，横轴为 Y 轴。在投影面上，由投影带中央经线的投影为 X 轴、赤道投影为横轴（Y 轴）以及它们的交点为原点的直角坐标系称为国家坐标系，否则称为独立坐标系。

强制性标准（Compulsory Standard）

在一定范围内通过法律、行政法规等强制性手段加以实施的标准。具有法律属性。强制性标准一经颁布，必须贯彻执行。否则对造成恶劣后果和重大损失的单位和个人，要受到经济制裁或承担法律责任。

全国地理信息标准化技术委员会（CSBTS/TC 230）（Nation-wide Technical Standardization Committee of Geographic Information）

它是在国务院标准化行政主管部门领导下，在地理信息领域内从事全国性标准化工作的技术组织。该委员会由各有关方面的专家组成，于 1997 年 12 月 19 日成立。

软件环境（Software Environment）

运行于计算机硬件之上的驱动计算机及其外围设备实现某种目的的软件系统。

数据（Data）

泛指表示一个指定的值或条件的数字、符号（或字母）等。数据是表示信息的，但这种表示要适合传输、分析和处理。在数字通信中，常把数据当作信息的同义词。

数据存取控制（Data Access Control）

对数据存入和取出的方式和权限进行控制，为了防止非法用户不正当地存取信息，还应对用户的存取资格和权限进行检查。只有检查合格的用户才有权进入系统。

数据共享（Data Sharing）

不同用户或不同系统按照一定的规则共同使用根据协议形成的数据库。用户可以通

过多种程序设计语言或查询语言去使用这些数据。数据库中数据集的所有者（或管理者），允许其他用户访问他的数据集，称为共享数据集（shared data set）。获准访问的这个用户称为数据共享者（data sharer）。

数据精度（Data Accuracy）

观测值与真值或可看作是真值的逼近程度。

数据通信（Data Communication）

是指两点间信号或数据集合的传送，而不考虑数据的定义和内容。

数据维护（Data Maintenance）

系统维护的重要内容之一，包括数据内容的维护（无错漏、无冗余、无有害数据）、数据更新、数据逻辑一致性等方面的维护。

数据质量评价（Data Quality Evaluation）

对数据质量进行评估的方法和过程。常用的评价方法有：演绎推算、内部验证、与原始资料（或更高精度的独立原始资料）对比、独立抽样检查、多边形叠加检查、有效值检查等。经检查应对每个质量元素进行说明，并给出总的评价，最后形成数据质量评价报告。

数据质量元素（Data Quality Element）

描述数据质量的信息项，包括位置精度、属性精度、逻辑一致性、完整性、现势性和数据说明。

数据源（Data Source）

提供某种所需要数据的原始媒体。信息系统的数据源必需可靠，目前常用的数据源有：①观测数据，即现场获取的实测数据，它们包括野外实地勘测、量算数据，台站的观测记录数据，遥测数据等。②分析测定数据，即利用物理和化学方法分析测定的数据。③图形数据，各种地形图和专题地图等。④统计调查数据，各种类型的统计报表、社会调查数据等。⑤遥感数据，由地面、航空或航天遥感获得的数据。

数据逻辑一致性（Data Logical Consistency）

指数据在数据结构、数据格式和属性编码正确性方面，尤其是拓扑关系上的一致性。

数据压缩（Data Compression）

利用人眼或数学方法（算法）对图像信号细节的不敏感特性进行压缩，以达到在一般通信线路上传输图像信号的目的。

数字签名（Digital Signature）

当远隔两地的双方通过通信网络交换信息，完成某项合作谈判，或达成某项协议时，用数字方式签字。数字签名和传统的手写签名一样，都必须遵守双方的规定，数字签名可用密码技术来实现。

矢量数据（Vector Data）

以 x，y 坐标或坐标串表示的空间点、线、面等图形数据及与其相联系的有关属性数据的总称。

栅格数据（Raster Data）

按格网单元的行和列排列的、具有不同灰度值或颜色的阵列数据。栅格数据的每个元素可用行和列唯一地标识，而行和列的数目则取决于栅格的分辨率（或大小）和实体的特性。

实体（Entity）

地球上的一种真实现象，它不能再细分为同一种类型的现象。

属性（Attribute）

一个目标或实体的数量或质量特征。

属性精度（Attribute Accuracy）

实体的属性值与其真值之间的接近程度或属性值的正确性。

属性值（Attribute Value）

确切表达一个目标或实体属性的质或量。

推荐性标准（Recommendatory Standard）

推荐给生产、交换、使用等方面，通过经济手段或市场调节而自愿采用的一类标准。通常情况下，违反这类标准，不构成经济或法律方面的责任。但当这类标准被有关行政法律、法规、文件所引用实施时，便具有了法律上的约束性，必须严格贯彻执行。

图像数据（Image Data）

用数值表示的各像素（pixel）的灰度值的集合。对真实世界的图像一般由图像上每一点光的强弱和频谱（颜色）来表示，把图像信息转换成数据信息时，须将图像分解为很多小区域，这些小区域称为像素，可以用一个数值来表示它的灰度，对于彩色图像常用红、绿、蓝三原色（trichromatic）分量表示。顺序地抽取每一个像素的信息，就可以用一个离散的阵列来代表一幅连续的图像。在地理信息系统中一般指栅格数据。

图像信息（Image Information）

像元的属性类型或量值所提供的信息。

图形数据（Graphic Data）

图形对象的形式表示。图形对象是指图元（primitive）和图段（segment）。图元有点、线、面、字符、符号、像元阵列等。图段是由图元组成，例如房子中的门、窗；对每个图元的几何形状要用坐标位置，字符编码及字高、方位，字符的纵横比，像元阵列及其参考位置，相关的颜色属性加以描述后实现存贮。在地理信息系统中一般指矢量数据。

图形信息（Graphic Information）

以数字形式表示的存在于地理空间中要素的位置和形状，按其几何特征可以抽象地分为点、线、面、体四种类型。

相关标准（Relative Standard）

指在城市地理信息系统开发建设中需要直接采用的其他标准体系中的标准。

系统测试（System Testing）

由人工或自动方法来执行或评价系统组成成分，以验证它是否满足规定需求，或识别出期望结果与真正结果之间有无差别的过程。

系统设计（System Design）

为实现系统分析提出的系统功能所进行的各种技术设计工作的总称。它是为在系统分析的基础上进行具体设计的过程，也是选择最佳实现方案的过程，其主要工作为总体设计。在满足系统总体功能的前提下，将系统划分为若干子系统进行详细设计，并使系统结构和数据组织尽可能地合理，使系统实施简单、灵活、可靠、经济，系统设计的基本内容和工作过程包括：概要（初步）设计，建立系统模型，详细设计及设计审查。

协议（Protocol）

用于不同系统中实体间的通信。两个实体要想通信，必须有“同一种语言”，而且，对于通信内容，怎样通信和何时通信，都必须遵守一定的规定，这些规定就是协议。亦可简单地定义为：控制两实体间数据交换的一套规则。

TCP/IP 协议（传输控制协议及互连协议）（TCP / IP Protocol）

TCP/IP 是路由型的不连接的分组式协议，它把网络的信息流量分成不相等的容量规模，分别编址的各部分将由动态规定的路径经网络的路由传送。它把通信过程分为五层：硬件层、网络层、接口层、传输层和应用层，每层都有完善的协议，并有相应的产品。

ATM（异步传输模式）（Asynchronous Transfer Module）

ATM 是链接型方式，收、发端建立一条线路，全信号或分组数据都按顺序沿同一路线传送，它覆盖整个网络的不同层次，包括链接层次的规格。TCP / IP 则无此功能，它是 TCP / IP 的竞争者或互为补充。

用户需求分析（User Requirement Analysis）

在系统设计之前和设计、开发过程中对用户需求所作的调查与分析，是系统设计、系统完善和系统维护的依据。

硬件环境（Hardware Environment）

计算机及其外围设备组成的计算机物理系统。

要素（Feature）

具有共同特性和关系的一组现象（如道路）或一个确定的实体及其目标的表示（如某一条道路）。

坐标变换（Coordinate Transfer）

采用一定的数学方法将一种坐标系的坐标变换为另一种坐标系的坐标的过程。

WGS-84 坐标系（WGS-84 Coordinate System）

一种国际上采用的地心坐标系。坐标原点为地球质心，其地心空间直角坐标系的 Z 轴指向 BIH（国际时间）1984.0 定义的协议地球极（CTP）方向，X 轴指向 BIH 1984.0 的零子午面和 CTP 赤道的交点，Y 轴与 Z 轴、X 轴垂直构成右手坐标系，称为 1984 年世界大地坐标系统。

质量（Quality）

为适合应用，对数据所要求的或可以辨别的特征和特性的总和。

质量控制（Quality Control）

为达到规范或规定对数据质量要求而采取的作业技术和措施。

总体设计（General Design）

在开发一个城市地理信息系统时，根据可行性论证和用户需求，对系统进行整体设计，为系统确定整体框架结构的过程。它是根据逻辑设计对系统进行具体的物理设计。

专用标准（Specialized Standards）

针对某一领域标准化对象制订的共性标准，它的覆盖和使用面一般较大，可作为制订相关领域标准的参考和依据。

参 考 文 献

[1] 蒋景瞳等译．美国国家数字制图数据标准．测绘出版社，1990

[2] 陈述彭．遥感大词典．科学出版社，1994

[3] 何守才．数据库综合大词典．上海科学技术文献出版社，1995

[4] Belkis W. Leong-Hong & Bernard K. Plagman. Data Dictionary/Directory Systems. John Wiley & Sons, New York. - 1982

[5] 中国电子学会电子计算机学会．英汉计算机辞典．人民邮电出版社，1984
[6]《地理学词典》编辑委员会．地理学词典．上海辞书出版社，1983
[7]《测绘词典》编辑委员会．测绘词典．上海辞书出版社，1981

第三章　城市地理信息系统标准化管理

要保证城市地理信息系统为城市规划、管理、决策等众多部门提供有效的服务，就必须对系统实行标准化管理，即在系统开发和建设过程中，对系统内部的各个技术环节提出相应的标准化原则和要求，制定并贯彻执行相关的各级标准，使得城市地理信息系统的设计、开发和应用工作有一个共同的依据和约束。其最终目的是实现城市地理信息资源共享，充分发挥城市地理信息系统的效益和作用，促进城市地理信息系统向产业化的方向发展。

3.1　城市地理信息系统标准化管理体制

3.1.1　标准分级

在城市地理信息系统建设中，需要制定并且贯彻执行国家标准、行业标准和地方标准。在标准制定、修订工作中，应当充分吸取国外先进经验，并加速与国际标准接轨。

3.1.1.1　国家标准

对需要在全国范围内统一的、通用的、综合性的、基础性的技术要求，应当制定国家标准。

3.1.1.2　行业标准

对没有国家标准而又需要在城市地理信息系统行业内统一的技术要求，可以制定行业标准。行业标准不得与有关国家标准相抵触。有关行业标准之间应保持协调统一，不得重复。行业标准在相应内容的国家标准颁布实施后，即行废止。

3.1.1.3　地方标准

对没有国家标准和行业标准而又需要在省、自治区、直辖市范围内城市地理信息系统建设中统一的技术要求，可以制定地方标准。地方标准在相应内容的国家标准或者行业标准颁布实施后，即行废止。

3.1.1.4　强制性标准和推荐性标准

国家标准和行业标准分为强制性标准和推荐性标准。地方标准在本行政区域内也分为强制性标准和推荐性标准。

3.1.2　标准化工作管理

城市地理信息系统标准化工作管理实行国务院标准化行政主管部门（即国家质量技术监督局）统一管理与国务院有关行政主管部门分工管理以及省、自治区、直辖市标准化行政主管部门和有关行政主管部门分地区管理相结合的管理体制。

3.1.2.1　国务院标准化行政主管部门的职责

（1）组织贯彻国家有关的标准化的法律、法规、方针、政策。

（2）组织制定全国标准化事业的发展规划、计划。

(3) 组织制定国家标准。

(4) 指导国务院有关行政主管部门和地方的标准化工作，协调和处理标准化的有关问题。

(5) 组织实施标准并对标准的实施进行监督检查。

(6) 统一负责对国外标准化管理机构的联系。

(7) 领导全国专业标准化技术委员会。

3.1.2.2 国务院有关行政主管部门标准化管理机构的职责

(1) 贯彻标准化工作的法律、法规、方针、政策，并制定本部门的实施办法。

(2) 制定本部门、本行业的标准化工作规划、计划。

(3) 承担国家标准的制定任务，组织制定行业标准。

(4) 指导省、自治区、直辖市有关行政主管部门的标准化工作。

(5) 组织本部门、本行业实施标准，对标准实施进行监督检查。

(6) 负责组建和管理本部门标准化技术委员会。

3.1.2.3 省、自治区、直辖市标准化行政主管部门和有关行政主管部门的职责

(1) 贯彻各级标准化工作的法律、法规、方针、政策，并制定在本行政区域实施的具体办法。

(2) 制定本行政区域标准化工作规则、计划。

(3) 承担各类标准的制定任务，组织制定地方标准。

(4) 协调和处理本行政区域内的有关标准化工作问题。

(5) 在本行政区域内组织实施标准，对标准实施情况进行监督检查。

3.2 城市地理信息系统标准化的实现

3.2.1 城市地理信息系统标准化工作

要实现城市地理信息系统标准化，必须根据系统的内在技术规律，从实际应用出发，围绕系统的共性特征，针对统一术语定义、统一设计与实施方法、统一体系结构、统一信息分类编码、统一的空间定位、统一数据质量要求、统一数据描述、统一数据交换格式、统一接口规范等问题，提出一系列标准化的原则和具体要求；同时也要对城市地理信息系统的软硬件环境、数据通信与系统互连、系统的安全与保密等方面提出相应的标准化、规范化要求。只有这样，才能达到信息资源共享的目的，并为系统开放打下基础。

城市地理信息系统标准化工作的任务是：制定、发布和实施城市地理信息系统所需的有关标准，同时对标准的实施进行监督。

标准化工作必须贯彻执行国家标准化法。城市地理信息系统标准化工作应依据标准化管理体制运行。考虑到城市地理信息系统的特点，其标准化工作应注意做好下列几件事：

(1) 分析城市地理信息系统对标准化工作的需求，编制城市地理信息系统标准体系表。

(2) 调研已有和正在制定的与城市地理信息系统有关的国家标准、行业标准、地方标准以及国际标准，根据国情提出相应的标准制定项目建议和标准制定规划。

(3) 对当前城市地理信息系统急需而短期内因条件不成熟、暂不能制定的有关标准，应先组织制定一些内部规定或指导性文件，通过实践发展提高，为制定有关标准创造条件。

(4) 制定城市地理信息系统标准化工作方法指导性文件，使城市地理信息系统标准化工作有章可循。

3.2.2 实现城市地理信息系统标准化的若干问题

3.2.2.1 城市地理信息系统标准化的基本原则

根据我国标准化法的规定和有关标准化文件要求，城市地理信息系统标准化应遵循下列基本原则：

(1) 必须贯彻国家标准。城市地理信息系统需要的标准，凡是已有相应国家标准的，一律贯彻国家标准；凡已列入国家有关标准制定规划的，不另行制定，在急需情况下可先提出适用于城市地理信息系统的有关约定或指南。

(2) 积极采用国际标准。凡是需要制定但一时未能纳入标准制定规划的标准（含规范、指南、约定等），若有相应的国际标准，则应按国家规定，酌情选用等同、等效、参照三种级别中的一种方式进行制定；若无相应的国际标准，则在可能的情况下，参照类似的国外先进标准制定。

(3) 同其他领域标准化相协调一致。城市地理信息系统标准化不是孤立的活动，在此过程中，必然要涉及其他与之相关的领域，这就要求各方面要互相协调一致。

(4) 制定标准必须遵守GB/T1.x系列《标准化工作导则》的具体规定。

3.2.2.2 城市地理信息系统标准化的实现

城市地理信息系统在系统设计、系统建设、系统应用过程中，要实现标准化的目标，应注意从以下几点着手：

(1) 对于系统中凡是需要统一的技术要求，只要有相应的现行国家标准，就必须贯彻执行国家标准。

(2) 如果没有国家标准而有相应的现行行业标准，则执行相应的现行行业标准。

(3) 如果没有国家标准和行业标准，但有相应的现行地方标准，则执行相应的现行地方标准。

(4) 如果既没有国家标准和行业标准，也没有相应的现行地方标准，而有相应的国际标准或类似的国外先进标准，则可先参照采用国际标准或国外先进标准，同时建议立项制定相应的我国标准。

(5) 如果没有任何相应的标准，但有相关的内部规范或指导性技术文件，则应借鉴采用相关规范或文件；并积极创造条件，加快申请立项，按照一定的制定程序和编写要求，制定相应标准。

(6) 做好城市地理信息系统标准化审查工作。关于标准化审查，详见3.2.3节。

3.2.2.3 与城市地理信息系统有关的现有国家标准

目前我国城市地理信息系统的标准体系尚未形成，许多标准有待制定，现将目前已有的与城市地理信息系统有关的国家标准简列如下：

GB 5655—85《城市公共交通常用名词术语》

GB 2659—86《世界各国和地区名称代码》

GB 10001—88《公共信息标志用图形符号》

GB 10114—88《县以下行政区划代码编制规则》

GB 12409—90《地理格网》

GB/T 13611—92《城市燃气分类》

GB/T 13923—92《国土基础信息数据分类与代码》

GB/T 14395—93《城市地理要素——城市道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线编码结构规则》

GB 14804—93《1∶500、1∶1000、1∶2000 地形要素分类与代码》

GB 2260—1995《中华人民共和国行政区划代码》

GBJ 137—90《城市用地分类与规划建设用地标准》

GB/T 16831—1997《地理点位置纬度、经度和高度的标准表示方法》

正在制定的部分国家标准有:《地理信息系统基本术语》、《全国河流名称代码》、《全国湖泊水库代码》、《全国山脉名称代码》等等。

关于信息交换与处理、数据处理词汇、软件工程、电子数据交换（EDI）等与城市地理信息系统建设方面相关的现有标准，可参见本书第四章所列标准明细表。

3.2.3 城市地理信息系统标准化审查

3.2.3.1 标准化审查的依据及组织

城市地理信息系统标准化审查的主要依据是：城市地理信息系统标准体系表中的各项国家标准、行业标准、国外先进国家的标准和国际标准。此外，为系统设计而专门制定的内部标准和有关技术文件，也是系统标准化审查的依据。

城市地理信息系统标准化审查应由标准化管理机构负责组织人员进行。参加城市地理信息系统标准化审查的人员，必须是能体现国家有关的技术经济政策、认真贯彻各类技术标准、熟悉标准化业务、责任心强的专家或专业技术人员。

3.2.3.2 标准化审查的主要内容

城市地理信息系统的标准化审查工作，必须贯串城市地理信息系统设计与应用的全过程，具体体现在以下几个方面：

（1）在编写项目建议书时，应研究和罗列可参照的相应的各种标准的名称、编号和发布日期等，并进行初步的标准化分析。

（2）在开展可行性研究时，应吸收有关的标准化人员参加。标准化人员的任务是，搜集有关国内外标准信息，进行研究和对比分析，提出标准化分析报告，并参加可行性研究报告的编写工作。

（3）在审查设计任务，讨论设计方案时，应有标准化专业人员参加，指出明确的标准化要求。

（4）在设计方案完成之后，应经过标准化专家（组）的审查，提出系统标准化审查报告。该标准化审查报告经相应的各级标准化管理机构批准之后，设计方案才可正式投入开发与实现。

对城市地理信息系统总体设计方案的标准化审查，包括如下内容：

（1）系统采用的标准是否符合或有利于完善我国的标准体系，与有关法律、法规、国家标准是否一致，与国际标准是否协调。

（2）系统选用的设备是否符合我国设备品种规格的发展方向，是否有利于系统的开发和充分利用我国资源，引进技术设备的技术内容是否符合我国实际和科学技术发展方向。

（3）技术规定是否先进、是否安全可靠和经济合理。各项规定是否完整。

（4）系统采用的各种系统软件和应用软件以及设计方法是否符合标准化要求。

对城市地理信息系统的引进技术和进口设备进行的标准化审查，体现在以下几个方面：

（1）系统设计需要引进技术和进口设备时，在必要情况下，可邀请熟悉专业的标准化人员参加对外谈判。参加对外谈判人员，应分析研究对方的标准情况，注意引进标准资料的配套完整性。

（2）出国考察、培训人员都应努力搜集有关标准资料（如国际标准、外国的国家标准、公司标准及各种规范、手册和目录等）。回国后的总结报告中应包括标准化的内容，带回来的标准资料应编出目录清单，并及时组织翻译。

（3）在与外商签订的合同中，应明确规定对方应提供的有关方面的标准资料。

3.2.3.3　标准化审查报告

1）负责城市地理信息系统标准化审查的单位，应写好审查报告。

2）城市地理信息系统标准化审查报告的格式，由标准化管理机构统一制定，它应包含以下内容：

（1）被审查项目的名称、编号。

（2）项目的主要用途和技术性能。

（3）项目的设计和应用开发单位名称、地点、电话等。

（4）项目可参照的各类标准的名称、编号、发布日期等。

（5）主要审查内容的具体说明。

（6）项目设计方案在标准化方面存在的主要问题及改进意见。

（7）标准化审查结论。

（8）相应的标准化管理机构审核批准意见。

3）城市地理信息系统标准化审查报告应给出审查合格与否的结论，并由审查负责人审核签名生效。

4）各级城市地理信息系统的标准化审查报告应上报相应的上级主管部门，由上级主管部门对标准化审查报告进行评定，合格者由上级主管部门颁发合格证书。

3.2.3.4　标准化审查中问题的处理

在城市地理信息系统标准化审查过程中，标准化专业人员和系统设计与开发人员应主动配合，密切协作，认真贯彻标准化的方针和原则，及时解决系统设计和应用开发中的标准化问题，保证系统建设能够达到所规定的标准化指标。

审查过程中，当标准化人员与设计人员的意见不能统一时，标准化专职人员有权向上级主管部门反映，由上级主管部门协调解决。

系统设计与应用单位，若对标准化审查报告持有异议，可向上级主管部门提出申诉，

由上级主管部门组织人员复查，并提出处理意见。

对于未经标准化审查或标准化审查不合格的城市地理信息系统，不得纳入国家大系统，不进行国家级鉴定；系统中相应的技术成果，原则上不推荐国家级奖励。

3.3 标准制定

3.3.1 制定标准的程序

制定标准是一项涉及面广，技术性、政策性都很强的工作，必须以科学的态度、按一定的组织形式、依规定的程序来进行。标准具体编制工作程序如图 3-1 所示。

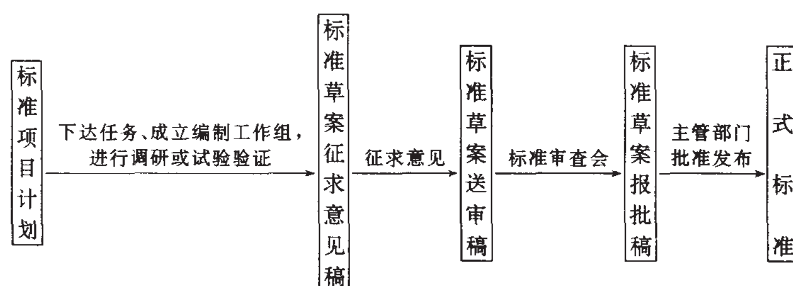


图 3-1 标准编制工作程序

3.3.1.1 制定标准的组织形式

全国地理信息标准化技术委员会是在国务院标准化行政主管部门领导下，在地理信息领域内从事全国性标准化工作的技术组织。该委员会由各有关方面的专家组成，其主要任务是：

(1) 负责地理信息领域的标准化技术归口工作。

(2) 提出地理信息制定、修订国家标准和/或行业标准的规划和年度计划建议。

(3) 协助组织地理信息国家标准的制定、修订工作。

(4) 组织地理信息国家标准送审稿的审查及国家标准的复审工作等。

地理信息系统专业范围较宽，根据工作需要，全国地理信息标准化技术委员会可建立分技术委员会和工作组负责标准制定、修订工作。

3.3.1.2 标准计划的编制

在城市地理信息系统建设中，编制国家标准和行业标准计划应以城市地理信息系统标准体系表为依据。

全国地理信息系统标准化技术委员会或标准化归口单位（归口组织）在充分论证必要性和可行性的基础上，提出制定标准计划项目的建议报主管部门。主管部门审查、协调后，将国家标准计划项目草案连同项目任务书报国务院标准化行政主管部门，经其审查、协调、汇总后下达。行业标准计划草案由有关行业主管部门审查协调后下达，并抄报国务院标准化行政主管部门备案。

3.3.1.3 组织标准编制工作组

承担制定标准的部门或单位，按上级下达的标准计划项目的要求，组织落实制定标准的人员，成立标准编制工作组，具体开展标准的制定工作。

3.3.1.4 编制标准草案征求意见稿及编写编制说明

1）标准草案征求意见稿应符合 GB/T 1.x 系列《标准化工作导则》的规定要求，并对标准的质量及技术内容负责。

2）编制说明的内容一般包括：

（1）工作简况，包括任务来源、协作单位、主要工作过程等。

（2）标准的编制原则和确定标准的主要内容的论据（与有关现行法律、法规和强制性国家标准的关系，重大分歧意见的处理经过和依据）。

（3）采用国际标准和国外先进标准的程度以及与国际、国外同类标准水平的对比。

（4）标准作为强制性或推荐性标准的建议。

（5）贯彻标准的要求和措施建议及废止现行有关标准的建议。

（6）重要内容的解释和其他应予说明的事项。

3.3.1.5　征求对标准草案征求意见稿的意见，提出标准草案送审稿

标准草案征求意见稿及其编制说明和附件经起草单位的技术领导审核后，印发各有关部门的管理、使用、科研、检验等单位及大专院校征求意见。征求意见的期限一般为两个月。

被征求意见的单位在规定的期限内回复意见，逾期不复函按无异议处理。

起草单位应对征集的意见进行归纳整理，分析研究和处理，提出标准草案送审稿及其编制说明和有关附件，连同《意见汇总处理表》送技术委员会秘书处或标准化管理机构审阅，并确定是否提交审查，必要时可重新征求意见。

3.3.1.6　标准草案送审稿的审查和提出标准报批稿

标准草案送审稿由负责该项目的主管部门或标准所属专业标准化技术委员会组织审查。审查方式可采用会审或函审。对于技术经济意义重大、涉及面广、意见比较分歧的标准草案送审稿一般应采用会审；其他的可采用函审。

采用会审方式时，组织者至少应在会前一个月将标准送审稿、编制说明及有关附件、《意见汇总处理表》等文件提交给参加会议审查的单位和人员。采用函审方式时，组织者应在函审表决前两个月将上述文件及函审单提交给参加函审的单位和人员。参加审查的人员，应包括有关部门的主要管理、使用、科研、检验等单位及大专院校的代表。

会审原则上应协商一致。如需表决，必须有不少于出席会议代表人数的四分之三同意为通过。函审必须有四分之三回函同意为通过。审查中如有分歧意见较大、不能统一时，可报请标准主管部门协调解决，会议代表出席率及函审回函率不足三分之二时，应重新组织审查。

会审应写出会议纪要，并附参加会议的单位和人员名单。函审应写出函审结论并附函审单。

负责标准起草单位根据审查意见经修改后提出标准报批稿。

3.3.1.7　标准的批准和发布

国家标准报批稿由该项目的主管部门或全国地理信息标准化技术委员会审核后报送国务院标准化行政主管部门批准、编号和发布。行业标准报批稿由技术归口单位报国务院有关行政主管部门批准、编号和发布，并报国务院标准化行政主管部门备案。

报送时应有下列文件：

——报批标准的公文；

——标准报批稿，有插图的需附符合制版要求的墨线图；

——编制说明及其附件、意见汇总处理表、审查会议纪要或函审结论、标准申报单、标准报批材料清单；

——如系采用国际标准或国外先进标准制定的标准，应有该国际标准或国外先进标准的原文或译文；标准中如有验证时，应有验证报告。

3.3.2 编写标准的要求

3.3.2.1 编写标准人员的素质要求

（1）有较好的专业知识及一定的外语能力。

（2）有必要的标准化知识和法规知识。

（3）有较好的文字表达能力。

3.3.2.2 编写标准的总体要求

编写标准应按标准体系安排制定，分清主次缓急，避免盲目混乱，注意相互配套，并与现实社会、经济、科技发展相适应。

3.3.2.3 编写标准的基本要求

（1）标准编写应贯彻国家法令并与有关标准相协调。

（2）文字表达应准确、简明。

（3）技术内容应正确无误。

（4）术语、符号、代号应统一。

（5）编排格式和细则应符合规定。

3.3.2.4 标准的构成要素

一项标准由三大要素构成：概述要素、标准要素、补充要素，如图 3-2 所示。

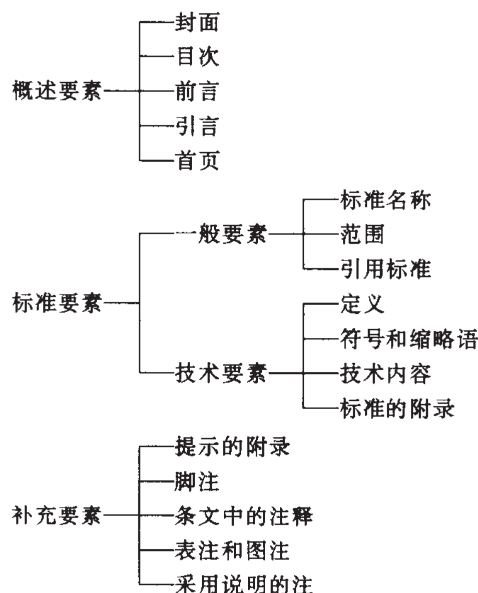


图 3-2 标准的构成要素

上述要素中的每项内容要素，并不是任何一项标准都需要全部包括的。一项标准究竟应包括其中的哪些内容，可根据标准化对象的特征和制定标准的目的而酌情取舍。

3.3.2.5 概述要素

1）封面

标准的封面格式应符合 GB/T1.2—1996 的规定。

采用国际标准时，应在标准封面上表示其采用的程度。其表示方法如下：

等同采用：GB ××××—19××

idt ISO ××××：19××

等效采用：GB ××××—19××

egv ISO ××××：19××

非等效采用：GB ××××—19××

neg ISO ××××：19××

2）目次

当标准的内容较长、结构较复杂、条文较多时，应编写目次。

目次的内容包括章和附录的编号、标题以及所在的页码。标题与页码之间用符号“………”连接。

3）前言

每个标准都应有前言。它由专用部分和基础部分（即附加说明）组成。

（1）专用部分

专用部分适当地给出下列信息：

——指明采用国际标准的采用程度；

——该标准废除和代替其他文件的全部或其中一部分的说明；

——对所制定标准前版的重要技术改变情况的说明；

——该标准与其他标准或其他文件的关系；

——实施标准过渡期的要求；

——哪些附录是标准的附录，哪些是提示附录的说明。

（2）基础部分

附加说明包括以下内容：

——本标准由×××部门（由本部门审批的标准除外）、技术委员会提出；

——本标准由×××单位归口；

——本标准起草单位，当需要时可指明负责起草单位和参加起草单位；

——本标准主要起草人，一般不超过 5 人，重大综合性标准不超过 7 人；

——本标准首次发布、历次修定和复审确认年、月；

——本标准委托×××单位负责解释（此项也可不列）。

当等同采用、等效采用国际标准或国外先进标准时，或当在技术内容上等同或等效采用国际导则或其他类似的标准、规范等文件制定为我国标准时，应保留上述标准、导则或文件的前言，并加以注明（例如：ISO 前言、IEC 前言等等）。

4）引言

引言是酌情取舍的概述要素。引言可用来给出关于标准技术内容以及关于促使制定该标准的原因的特殊信息或说明。引言不包括技术要求。

5）首页

标准的首页格式应符合 GB/T1.2—1996 的规定。

采用国际标准时，在标准首页上应表示其采用的程度。其表示方法与封面相同。

3.3.2.6　标准的一般要素

(1) 标准名称

标准名称的措词要简练、明确地突出所规定的标准的主题，使之能区别于其他标准。

标准名称应由几个尽可能短的独立要素构成，其顺序为从一般到具体。通常可使用的要素不应超出下列三个内容：

——引导要素，指出该标准所属的总领域；

——主体要素，指出在该总领域中所处理的主要问题，即相当于标准化对象；

——补充要素，指出主要问题的某一具体方面，或给出细节，以区别于其他标准或同一标准的其他部分。

国家标准应在封面和首页列出标准的汉语名称和对应的英文名称。

(2) 范围

"范围"这一要素，列于每个标准的第 1 章，以明确规定标准的主题及其所包括的方面，从而指明该标准或其某些部分的使用限制。它不应包含要求。

(3) 引用标准

当标准中有引用标准时，应放在第 2 章，标题为"引用标准"。具体引用方法见 GB/T 1.22—1993。

3.3.2.7　标准的技术要素

(1) 定义

这是可酌情取舍的要素，给出理解该标准中使用的某些术语所必要的定义。定义应由下列词句开头："本标准采用下列定义"。

(2) 符号和缩略语

这是可酌情取舍的要素，给出理解标准所必要的符号和缩略语的一览表。

(3) 技术内容

标准的技术内容应根据各类标准对象的特点和需要进行编写，并遵守有关各类标准的编写规定。

(4) 标准的附录

标准的附录是标准不可分割的部分。为方便起见，该附录放在所有标准条文的后面。

一个附录是标准的附录（相对于提示的附录而言）这一事实，应当在前言中说明、在正文中提到并在附录编号后加括号注明。

3.3.2.8　补充要素

(1) 提示的附录

提示的附录给出附加信息，并且放在标准的技术要素之后。

一个附录是提示的附录（相对于标准的附录而言）这一事实，应当在前言中说明、在正文中提到并在附录编号后加括号注明。

(2) 脚注

脚注给出附加信息，但是对它们的使用应控制在最低限度。

(3) 条文中的注释

条文中的注释只可用来给出为理解文件所需要的信息。

(4) 表注和图注

表注和图注应放在有关表格的框架内或直接放在有关图形标题的上方。

(5) 采用说明的注

采用说明的注用于在等效采用国际标准或国外先进标准时，对技术内容有差异的条文进行说明。

以上各种注的具体使用方法和要求见 GB/T 1.1—1993。

3.3.2.9 标准的层次划分

(1) 层次的名称和种类

一个标准可能有下列层次的名称和种类：

——部分：指以同一标准号分别出版的系列文件之一。

——篇：一个长标准，或标准的一个很长的部分可根据需要划分成篇。

——章：章在标准正文层次中是基本组成部分，每一章应有一个标题。

——条：条是章的有编号的细分单元，并且可以进一步细分。

——段：段是章或条中一个不编号的层次。

——附录：包括标准的附录和提示的附录。

标准层次的种类的具体用法和要求见 GB/T 1.1—1993。

(2) 层次的编排

处于所有起草阶段的标准草案，各层次的编号和条文应在页面的左边顶格排列。段的排列，应在页面左边缩两个字排列，移行时顶格排列。列项说明和条文中的注释应缩格排列。

3.3.2.10 标准的编辑细则

编写标准时，起草和表述的所有内容都应满足 GB/T 1.1—1993 中编辑细则的要求。

3.4 标准的维护和修订

3.4.1 标准的法律效力

强制性标准具有法律效力，任何生产、建设、科研、设计部门和企业、事业单位，都必须严格贯彻执行，不得擅自更改或降低标准。

推荐性标准一旦被政府文件所引用，在贯彻执行中也同样具有法律效力。

3.4.2 奖励和惩处

3.4.2.1 奖励

在城市地理信息系统建设中，凡积极贯彻和应用地理信息系统技术领域内有关各标准，取得显著成绩者视情况给予奖励。

3.4.2.2 惩处

在城市地理信息系统建设中，对于违反标准规定，造成不良后果甚至严重损失者，应给予必要的批评或处罚，直至追究经济责任和法律责任。

3.4.3 标准的复审

标准实施后，应根据科学技术的发展和城市地理信息系统建设的需要适时进行复审，以确认现行标准继续有效、修改、修订或废止。

复审周期一般不超过五年。复审形式可采用会审或函审。复审时一般要有参加过该标准审查工作的单位和人员参加。

复审结束后，主持标准复审的单位应写出复审报告，内容包括：复审简况、意见处理、复审结论和依据，报主管部门或标准化技术委员会，经审核同意后批准发布。

3.4.4 标准的修订

经复审认为，标准主要技术规定需要做较大的修改才能适应当前生产、使用的需要和科学技术水平的，应作为修订项目。标准的修订程序与标准的制定程序相同，但可根据情况，简化程序中的某些环节。修订后的标准顺序编号不变，年代号改为新修订的年代号。

参 考 文 献

[1] 国家信息中心．国家经济信息系统设计与应用标准化规范．航空工业出版社，1990

[2]《金融电子化系统标准化总体规范》编写组．金融电子化系统标准化总体规范．中国标准出版社，1991

[3]《CAD通用技术规范》编写组．CAD通用技术规范．中国标准出版社，1995

[4] 李伯虎．计算机集成制造系统（CIMS）约定、标准与实施指南．兵器工业出版社，1994

[5] GB/T 1.1—1993 标准化工作导则　第1单元：标准的起草与表述规则　第1部分：标准编写的基本规定．中国标准出版社，1994

第四章　城市地理信息系统标准体系

为了推动我国城市地理信息系统的研究和标准制定，解决目前比较迫切的问题，有必要研究和制定我国城市地理信息系统的标准体系，以便在宏观上指导和控制我国在该领域里的标准化建设，并在层次和内容上分清标准制定的轻重缓急。

一定范围内的标准、办法、规定等按其内在联系形成的科学的有机整体称之为标准体系。一定范围的标准体系内的标准，按照一定形式排列起来的图表，称为标准体系表。它是标准体系的一种直观表现形式，其组成单元是标准。标准体系表包括一定时期内、一定范围的标准体系应有的全部标准，即包括现有的、应有的以及预计将来发展的标准。

4.1　城市地理信息系统标准化概况

4.1.1　制定标准体系的目的和意义

为了实现全国各等级城市或城市内部各部门的信息资源共享，保证城市地理信息系统整体的协调性和兼容性，发挥系统的整体和集成效应，有必要制定完整配套的反映标准项目类别和结构的标准体系表，以实现在全国范围内标准系列和标准制定上的统一规划，统一组织和部署，并使规划和部署更加科学合理。

城市地理信息系统标准体系表是应用系统科学的理论和方法，运用标准化工作原理，说明城市地理信息系统标准化总体结构，反映全国城市地理信息系统行业范围内整套标准体系的内容、相互关系并按一定形式排列和表示的图表。这项工作具有很大的实用性和战略意义，具体表现在以下几个方面：

（1）描绘出城市地理信息系统标准化工作的整体框架。通过标准体系表，可以全面地了解城市地理信息系统领域的全部应有标准，明确城市地理信息系统标准体系结构的全貌，为确定今后工作重点和目标奠定基础。

（2）指导标准制、修订计划的编制。由于标准体系表反映城市地理信息系统标准体系的整体状况，能够找到它与国际、国内现状的差距及短缺程度和本体系中目前的空白。因此，可以为今后的标准化工作抓住主攻方向，安排好轻重缓急，避免计划的盲目性和重复劳动，节省人力、物力、财力，加快标准的制定、修订速度。

（3）系统地了解国际、国内标准，给采用国际标准和国外先进标准提供准确、全面的信息。在编制城市地理信息系统标准体系表时，通过对这一领域范围内的国际、国外标准的研究和分析，了解到国际、国外标准目前的状况、内容、特点、水平和发展趋向等，也了解到我国标准与国际、国外标准间的差距。通过标准体系表，为进一步全面采用国际标准和国外先进标准提供可能性。

（4）有助于生产科研工作。在城市地理信息系统建立的许多环节上都有一系列标准需要研究、开发和实施，但生产、科研机构不一定对有关的标准都很清楚。标准体系表不但列出了现有标准，而且还包括今后要发展的标准以及相应的国际、国外标准，这对

于利用国际、国外先进标准，适应未来发展的需要极为有利。

总之，制定城市地理信息系统标准体系表是进行城市地理信息系统标准化规划、制定和修订标准计划的重要依据，是包括现有、应有和预计发展的所有城市地理信息系统标准的蓝图和结构框架，是管理部门合理安排标准制定先后顺序和层次的重要依据。通过体系表，可以清楚和完整地看出当前标准的齐全程度和今后应制定的标准项目及其轻重与主次关系。简言之，标准体系表是城市地理信息系统标准化工作按计划、分步骤、有条不紊协调发展的重要保证。

4.1.2 国内外城市地理信息系统标准的研制现状

自 60 年代以来，随着地理信息系统技术在国际上的迅速发展，信息系统的标准化问题也日益受到国际社会的高度重视。

美国早在 60 年代就制定了联邦信息处理标准（FIPS）计划，并由国家标准和技术研究院（NIST）直接负责。在这一计划中，首先制定的标准是地理编码标准，被广泛称作 FIPS 编码。在 80 年代初，美国国家标准局（NBS）与地质测量局（USGS）签订了协调备忘录，把 USGS 作为联邦政府研究和制定地理数据标准的领导机构。1993 年，美国国家标准协会（ANSI）成立了“地理信息系统技术委员会（X3L1）”。同年，美国副总统戈尔发表了题为“全球信息系统将促进发展”的报告，并提出了“国家空间数据基础设施（NSDI）”建议。1994 年，美国总统克林顿签署了“地理数据采集和使用的协调——国家空间数据基础设施”的行政命令。“国家空间数据基础设施”的标准化工作目前主要侧重于数据标准化问题。美国一些著名的地理信息系统专家已提出了地理信息系统的标准范围应该包括数据、数据管理、硬件、软件、媒体、通信和数据表达等方面。

加拿大是国际上信息规范化和标准化研究卓有成效的国家之一。早在 1978 年，加拿大测绘学会（CCSM）就授权加拿大能源矿产资源部测绘局（SMB－DEMR）成立适当机构，研究制定数字制图数据交换标准，并为此成立了三个委员会。

瑞典的地理信息标准化工作，在早期主要是由于实际需要的推动，由地方政府联合会发起，开展地图数据交换格式的研究工作，其中包括了大比例尺应用中所有的制图数据编码。1989 年，瑞典土地信息技术研究与发展委员会（ULI）提出了由其牵头的国家 STANLI 项目计划。1990 年，瑞典标准化机构（SIS）的下属机构 SIS－STG 直接负责 STANLI 的地理信息系统标准化计划。到目前为止，已确定的工作范围包括：①概念模型，包括各种概念和工作术语。②信息模型：用恰当定义的实体和它们的属性来给定真实世界现象的类型和定义。③概念数据模型：说明目标数据的逻辑结构，提供信息模型中实体和属性的数学描述。④数据字典：说明目标类型、获取规则、几何表示等。⑤数据质量：说明数据的质量参数、它们的应用和解释规则，以及同概念数据模型的逻辑联系。⑥转换格式：当从一个系统转换到另一个系统时，说明目标数据的物理结构。转换格式必须同概念数据模型一致，并且提供转换方法。

法国标准化协会（AFNOR）在 90 年代初向欧洲标准化委员会（CEN）提出了“地理信息范围内标准化”的建议，并获批准，为此在 CEN 内成立了地理信息技术委员会（CEN/TC 287），下设四个工作组。其研究内容包括：通用术语和词汇表、数据分类和特征码、通用概念数据模型、通用坐标系、定位方法、数据描述、查询和更新、欧洲空间

数据转换格式（ETF）等。

一些国际组织，如北大西洋公约国组织（NATO）也建立了数字地理信息工作组（DGIWG），并完成了主要用于军事目的的 DIGEST 空间数据交换标准；国际海洋组织（IMO）和国际水文组织（IHO）也制定了 DX－90 空间数据交换标准；国际制图协会（ICA）也建立了数字制图交换标准委员会。

值得重视的是，国际标准化组织（ISO）已于 1994 年 3 月正式成立了地理信息/地球信息业（Geographic Information / Geomatics）技术委员会，编号为 ISO/TC 211，并与许多其它国际组织建立了联系。该技术委员会下设 5 个工作组，即：WG1——框架和参考模型、WG2——地理空间数据模型与算子、WG3——地理空间数据管理、WG4——地理空间数据服务、WG5——专用标准。目前确定的工作内容包括：①参考模型，②综述，③概念模式语言，④术语，⑤一致性与测试，⑥专用标准，⑦空间模式，⑧时间模式，⑨应用模式规则，⑩分类方法，⑪基于坐标的参考系统，⑫基于地理实体的参考系统，⑬质量原理，⑭质量评价方法，⑮描述数据，⑯空间定位服务，⑰地理信息表述，⑱编码，⑲服务，⑳空间算子，㉑实用标准，㉒影像和栅格数据。可以认为，这些内容是国际地理信息系统标准体系的重要组成部分。

我国 80 年代开始开展地理信息系统的研究和应用。1983 年由国家科委主持，成立了“资源与环境信息系统国家规范研究组”，对全国开展地理信息系统应用研究及国家规范问题进行了长时间的广泛深入调研，并于 1984 年提出了“资源与环境信息系统国家规范研究报告”，该报告系统地提出我国地理信息系统国家规范标准必须进行的四个方面的基础性研究。随后由国家科委支持，将地理信息系统国家规范标准研究列入了我国“七五”国家科技攻关项目。研究工作由中国科学院、国家测绘局和国家标准局（现国家质量技术监督局）共同主持，在统一地理坐标系统、统一分类体系、统一编码体系、统一数据记录格式等四方面提出了 30 多个国家标准或标准建议，其中国家测绘局主持的《地理格网》、《国土基础信息数据分类与代码》等国家标准已由国家技术监督局批准发布实施。中国城市规划设计研究院等单位制定的《城市用地分类与规划建设用地》国家标准，北京市城市规划设计研究院等单位制定的《城市地理要素——城市道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线编码结构规则》国家标准也已正式颁布实施。中国标准化与信息分类编码研究所近十多年来对信息的分类和编码做了大量工作，负责制定和发布了近百项信息分类编码标准。中国城市规划设计研究院在前期实践研究的基础上，开展了“中国城市地理信息系统信息分类和编码规范化”的基础研究。目前国家测绘局、中国科学院、建设部、林业部、交通部等部门正在开展多项地理信息系统标准研究工作。为了借鉴国际地理信息系统的研究成果和同国际实际研究应用成果的接轨，我国已作为正式成员（P 成员）参加 ISO / TC 211 技术委员会，建立了 ISO/TC 211 国内活动网络，组成了国内专家组，并积极参加活动。1997 年 12 月 19 日成立的全国地理信息标准化技术委员会，标志我国地理信息标准化工作进入一个新的阶段。它的成立有利于充分发挥各有关部门的作用，系统地协调和科学地制定地理信息方面的标准，使我国地理信息标准化迈上一个新的台阶。所有这些不同侧重点的标准化工作为我国的城市地理信息系统标准体系的制定和科学地确定标准体系表的内容奠定了良好的基础。

4.2 城市地理信息系统标准体系表

4.2.1 编制原则和方法

城市地理信息系统标准体系表是反映城市地理信息系统领域内整套标准体系结构和相互关系的图表。通过这一图表，可以清楚地看出标准的所属层次和结构，以及当前标准的齐全程度和今后应制定的标准项目。为了充分体现上述内容，并在实践中能够为计划的编制提供科学依据，起到客观指导和管理作用，编制城市地理信息系统标准体系表必须遵循以下原则：

（1）科学性。标准体系表中，层次的划分和信息分类标准项目的拟定不能以行政系统的划分为依据，而必须以城市地理信息系统技术及其所涉及的社会经济活动性质和城市综合体总体为主要思路和科学依据。在行业间或门类间项目存在交叉的情况下，应服从整体需要，科学地组织和划分。

（2）系统性。标准体系表在内容、层次上要充分体现系统性，按城市地理信息系统工程的总体要求，恰当地将标准项目安排在不同的层次上，做到层次分明、合理，标准之间体现出衔接配套关系，反映出纵向顺序排列的层次结构。

（3）全面性。对城市地理信息系统行业所涉及的各种技术、管理工作和各类型数据的标准对象，都应制定相应的标准，并列入标准体系中。这些标准之间应协调一致，互相配套，构成一个完整、全面的体系结构。

（4）兼容性。列入标准体系表中的标准项目，应优先选用我国的国家标准（GB）和行业标准，同时应充分体现等同或等效采用国际标准和国外先进标准的精神，尽量使我国城市地理信息系统标准与国际标准接轨。为实现行业、地域、全国和全球的信息资源共享和系统兼容奠定基础。

（5）可扩性。在编制标准体系表、确定标准项目时，既要考虑到目前的需要和技术水平，也要对未来的科学技术发展有所预见，所以，标准体系表应具有可扩性，以适应现代科学技术发展的要求和需要。

由于城市地理信息系统是地理信息系统技术在城市的具体应用，因此在制定标准体系表的具体方法上必须区分城市地理信息系统和地理信息系统以及它们与国家其它部门信息系统在标准方面的共性特征，和城市地理信息系统的个性特征，以此作为标准体系层次划分的依据。同时也注意到层次的相互衔接和层次划分深度的一致，但不排除一些类别的进一步细化，直到标准项目为止。以充分体现标准项目的结构特征和隶属关系。

4.2.2 构成和使用

城市地理信息系统标准体系表由总表和标准明细表两部分组成。总表分为三个层次：

（1）第一层次是门类

整个标准体系共分为三个门类：第一门类为基础通用标准，这类标准是制定各种标准时必须遵循的、全国统一的标准，是全国所有标准的技术基础和方法指南，具有较长时期的稳定性和指导性；第二门类为专用标准，专用标准是针对全国城市地理信息系统制定的，是全国所有与城市地理信息系统有关的行业必须遵循的综合性基础标准和规定，

是城市地理信息系统标准化的技术基础和方法指南，适用于全国城市各部门、各机构的城市地理信息系统建立工作，具有普遍的指导意义；第三门类为相关标准，这类标准是指在城市地理信息系统开发建设中需要直接采用的其它标准体系中的标准。

（2）第二层次是类别

类别是由门类划分而成。整个体系共划分出若干个类别。

（3）第三层次是项目

项目是由类别扩展而成。每个项目是组成标准体系表的最小单元。每一项目均列入标准明细表中。附录列出了城市地理信息系统标准体系框架建议，供参考。

标准体系是一个动态发展的过程。标准体系表仅列入一些目前考虑到的标准项目。受各种因素的制约。为保证标准体系的科学性、完整性和兼容性，标准体系表应每隔几年调整一次，以作为调整标准编制计划和制定标准的依据。

参 考 文 献

[1]《金融电子化系统标准化总体规范》编写组．金融电子化系统标准化总体规范．中国标准出版社，1991

[2] 国家信息中心．国家经济信息系统设计与应用标准化规范．航空工业出版社，1990

[3] 蒋景瞳等译．美国国家数字制图数据标准．测绘出版社，1990

[4] Cederholn，T.，瑞典 GIS 标准化的方法．国际地图制图学协会第 9 届代表大会暨第 15 次学术讨论会论文译文选集．中国地图出版社，1992

[5] Strand，E. J.，Federal GIS Standards：Think Globally，Act Locally. GIS World，7(9)：38—40，1994

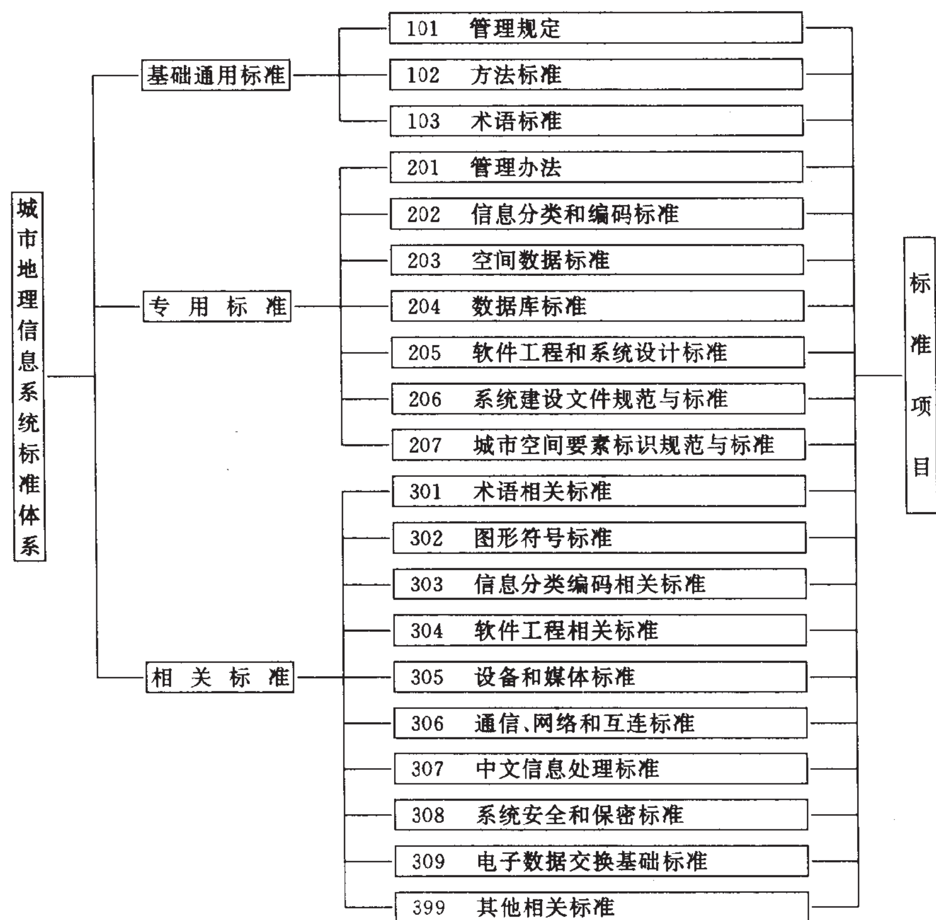
[6] Wortman，K. C.，Developing Standards for a National Spatial Data Infrastructure. Cartography and Geographical Information Systems. 21(3)：132—135，1994

[7] Tom，H.，The Spatial Data Transfer Standard：a Catalyst for Change. Cartography and Geographical Information Systems. 21(3)：136—139，1994

[8] ISO/TC211 N001－N511，1994－1998

[9] 崔树安、常寿彭等．标准化指南．辽宁科学技术出版社，1991

附录　城市地理信息系统标准体系表*



附图 1　城市地理信息系统标准体系总表

附表 1　101 管理规定标准明细表

序号	标　准　名　称	现行标准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	标准化工作导则　标准编写的基本规定	GB/T 1.1—1993		
2	标准化工则导则　标准出版印刷的规定	GB/T 1.2—1996		
3	标准化工作导则　符号、代号标准编写规定	GB 1.5—88		
4	标准化工作导则　术语标准编写规定	GB 1.6—1997		
5	标准化工作导则　信息分类编码标准的编写规定	GB 7026—86		
6	标准化工作导则　引用标准的规定	GB/T 1.22—1993		
7	标准体系表编写原则和要求	GB/T 13016—91		
8	综合标准化工作导则　原则与方法	GB/T 12366.1—90		

* 本表仅为框架建议，有待立项研究，仅供参考。

附表 2　102 方法标准明细表

序号	标　准　名　称	现行标准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	数据元和交换格式　信息交换　日期和时间表示法	GB/T 8408--1994		
2	县以下行政区划代码编制规则	GB 10114—88		
3	确立术语的一般原则和方法	GB 10112—88		
4	标准化工作导则　信息分类和编码的原则和方法	GB 7027—86		
5	经济信息分类编码统一编写规范		国家标准	
6	城市地理信息系统基础数据分层及命名规则		国家标准	
7	城市地理要素标识编码原则		国家标准	
8	城市地理信息系统数据文件命名规则		国家标准	
9	图形符号表示规则　总则	GB 7093.1—86		
10	建立术语数据库的一般原则与方法	GB/T 13725—92		
11	文件格式分类与代码编制方法	GB/T 13959—92		

附表 3　103 术语标准明细表

序号	标　准　名　称	现行标准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	标准化基本术语　第一部分	GB/T 3935.1—1996		
2	分类编码通用术语	GB 10113—88		
3	地理信息系统基本术语		国家标准	
4	汉字信息处理词汇　01 部分　基本术语	GB 12200.1—90		
5	软件工程术语	GB/T 11457—89		

附表 4　201 管理办法明细表

序号	标　准　名　称	现行标准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	全国地理信息系统标准化技术委员会章程			
2	全国地理信息系统标准化技术委员会秘书处工作细则			
3	全国地理信息系统标准化技术委员会标准工作组工作细则			
4	地理信息系统领域标准管理办法			
5	地理信息系统标准审查管理办法			

附表 5　202 城市地理信息分类和编码明细表

序号	标　准　名　称	现行标准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	城市规划和管理信息分类和编码		国家标准	
2	城市用地分类与规划建设用地标准	GBJ 137—90		

续附表 5

序号	标　　准　　名　　称	现行标准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
3	城市地籍和房地产信息分类和编码		国家标准	
4	城市道路和交通信息分类和编码		国家标准	
5	城市综合管线信息分类和编码		国家标准	
6	城市电力信息分类和编码		国家标准	
7	城市电信信息分类和编码		国家标准	
8	城市能源信息分类和编码		国家标准	
9	城市环境与灾害信息分类和编码		国家标准	
10	城市园林绿地信息分类和编码		国家标准	
11	城市建筑信息分类和编码		国家标准	
12	城市环卫信息分类和编码		国家标准	
13	城市地质信息分类和编码		国家标准	
14	城市气象信息分类和编码		国家标准	
15	城市植被信息分类和编码		国家标准	
16	城市动物信息分类和编码		国家标准	
17	城市公共设施信息分类和编码		国家标准	
18	城市公安信息分类和编码		国家标准	
19	城市社会经济信息分类和编码		国家标准	

附表 6　203 空间数据标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行标准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	数据模型		国家标准	
2	地理点位置的纬度、经度和高度的标准表示法	GB/T 168311—1997		
3	数据采集规范		国家标准	
4	描述数据		国家标准	
5	数据字典		国家标准	
6	空间数据交换		国家标准	
7	空间数据质量		国家标准	
8	数据存储介质		国家标准	
9	数据记录格式和文件格式		国家标准	

附表 7　204 数据库标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	城市地理信息系统数据库命名规范		行业标准	
2	城市地理信息系统数据库设计规范		行业标准	
3	城市地理信息系统数据库查询规范		行业标准	
4	城市地理信息系统数据库连接规范		行业标准	

附表 8　205 软件工程和系统设计标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	城市地理信息系统软件开发规范		行业标准	
2	城市地理信息系统软件接口开发规范		行业标准	
3	城市地理信息系统总体设计规范		行业标准	
4	城市地理信息系统子系统设计规范		行业标准	
5	城市地理信息系统子系统代码		行业标准	

附表 9　206 系统建设文件规范与标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	城市地理信息系统项目建议书		行业标准	
2	城市地理信息系统可行性研究报告		行业标准	
3	城市地理信息系统设计任务书		行业标准	
4	城市地理信息系统总体设计报告		国家标准	
5	计算机系统选型报告		行业标准	
6	城市地理信息系统子系统设计报告		国家标准	
7	数据质量报告书		国家标准	
8	系统实施进度报告		国家标准	
9	系统功能说明书		国家标准	
10	系统规格说明书		国家标准	
11	系统用户手册		国家标准	
12	用户使用报告		国家标准	
13	系统测试报告		国家标准	
14	系统验收报告		国家标准	
15	系统建设总结报告		国家标准	
16	系统维护报告		国家标准	
17	系统评价标准		国家标准	

附表 10　207 城市空间要素标识规范与标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	城市地理格网		国家标准	
2	城市地理信息的空间参照系统		国家标准	
3	城市定位分区规则		国家标准	
4	城市管理分区与代码		国家标准	
5	城市地理要素　城市道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线编码结构规则	GB/T 14395—93		

续附表 10

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
6	城市地理要素　建筑物、构筑物编码结构规则		国家标准	
7	城市地理要素　市政工程管网附属设施编码结构规则		国家标准	
8	城市地理要素　道路交通设施编码结构规则		国家标准	
9	城市地理要素　地块、宗地编码结构规则		国家标准	

附表 11　301 术语相关标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	城市规划术语		国家标准	在编
2	城市基础信息术语		国家标准	
3	土地术语		国家标准	
4	房地产术语		国家标准	
5	城镇资源术语		国家标准	
6	城市水文地质勘察术语		国家标准	
7	城市与工程测量术语		国家标准	
8	城镇公共交通常用名词术语	GB 5655—85		
9	城市对外交通术语		国家标准	
10	城镇道路术语		国家标准	
11	城镇桥梁术语		国家标准	
12	给排水术语		国家标准	
13	建筑地基基础术语		行业标准	
14	建筑施工与质量验收术语		行业标准	
15	城市防灾术语		国家标准	
16	风景、园林、绿化术语		国家标准	
17	城镇环境卫生术语		国家标准	
18	城市供热术语		国家标准	
19	城市供电术语		国家标准	
20	燃气术语		国家标准	
21	数据处理词汇　01 部分　基本术语	GB 5271.1—85		
22	02 部分　算术和逻辑运算	GB 5271.2—88		
23	04 部分　数据的组织	GB 5271.4—85		
24	05 部分　数据的表示方法	GB 5271.5—87		
25	06 部分　数据的准备和处理	GB 5271.6—85		
26	07 部分　计算机程序设计	GB 5271.7—86		
27	08 部分　控制、完整性和安全性	GB/T 5271.8—93		

续附表 11

序号	标　准　名　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
28	09 部分　数据通信	GB 5271.9—86		
29	10 部分　操作技术和设备	GB 5271.10—86		
30	11 部分　控制器、运算器和输入输出设备	GB 5271.11—85		
31	12 部分　数据媒体、存储器和有关设备	GB 5271.12—85		
32	13 部分　计算机图形	GB 5271.13—88		
33	14 部分　可靠性、维修和可用性	GB 5271.14—85		
34	15 部分　程序设计语言	GB 5271.15—86		
35	16 部分　信息论	GB 5271.16—86		
36	18 部分　分布式数据处理	GB/T 5271.18—93		

附表 12　302 图形符号标准明细表

序号	标　准　名　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	信息处理　数据流程图、程序流程图、系统流程图、程序网络图和系统资源图的文件编制符号及约定	GB 1526—89		
2	信息交换用图形字符点阵形状	GB 3909—83		
3	信息处理　文本通信用编码字符集　第一部分　总则	GB 8565.1—88		
4	信息处理　文本通信用编码字符集　第二部分　图形字符集	GB 8566.2—88		
5	信息处理系统　计算机系统配置图符号及其约定	GB/T 14085—93		
6	城市地理要素图式符号		国家标准	
7	地理信息图形符号		国家标准	
8	公共信息标志用图形符号	GB 10001—1994		

附表 13　303 信息分类编码相关标准明细表

序号	标　准　名　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	中华人民共和国行政区划代码	GB 2260—1995		
2	世界各国和地区名称代码	GB 2659—86		
3	国民经济行业分类和代码	GB/T 4754—1994		
4	全国河流名称代码		国家标准	待批
5	1∶500、1∶1000、1∶2000 地形要素分类与代码	GB 14804—93		
6	国土基础信息数据分类与代码	GB 13923—92		
7	城市供热热源分类		国家标准	
8	热力站分类		行业标准	

续附表 13

序号	标　准　名　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
9	城市燃气分类	GB/T 13611—92		
10	城镇用水分类		国家标准	
11	城镇道路、桥梁设施、构件分类与代号		国家标准	
12	城镇公共交通工具、设施分类与代号		国家标准	
13	城镇公共交通分类		行业标准	
14	水质分类		国家标准	在编
15	城镇生活废弃物分类		行业标准	
16	城镇工业废弃物分类		行业标准	
17	风景名胜区分类、分级		国家标准	
18	城市公园分类、分级		行业标准	
19	城市绿地分类、分级		行业标准	
20	城市防灾等级		国家标准	
21	中国植物分类与代码	GB 14804—93		
22	中华人民共和国铁路车站站名代码	GB 10302—88		

附表 14　304 软件工程相关标准明细表

序号	标　准　名　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	计算机软件需求说明编制指南	GB 9385—88		
2	信息技术　软件生存期过程	GB/T 8566—1995		
3	计算机软件产品开发文件编制指南	GB 8567—88		
4	计算机软件质量保证计划规范	GB/T 12504—90		
5	计算机软件配置管理计划规范	GB/T 12505—90		
6	计算机软件文档编制规范		国家标准	
7	计算机软件测试文件编制规范	GB 9368—88		
8	地理信息系统软件产品测试文件		国家标准	
9	计算机软件维护指南		国家标准	
10	信息处理系统　计算机图形　图形核心系统（GKS）的功能描述	GB 9544—88		

附表 15　305 设备和媒体标准明细表

序号	标　准　名　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	计算机场地技术条件	GB 2887—89		
2	计算机硬件分类编码		国家标准	

续附表 15

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
3	磁带记录格式		国家标准	
4	软磁盘记录格式		国家标准	
5	磁盘组记录格式		国家标准	
6	信息处理交换用磁带标号和文卷结构	GB 7574—87		
7	信息处理　信息交换用的盒式磁带和卡式磁带的标号和文卷结构	GB/T 2055—89		
8	信息处理　信息交换用软盘盘卷和文卷结构	GB/T 13703—92		
9	光盘记录格式		国家标准	

附表 16　306 通信、网络和互连标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	数据通信规范		国家标准	
2	计算机网络规范		国家标准	
3	计算机网络互连规范		国家标准	
4	公用数据网上起/止传输业务使用的终端设备(DTE)和数据电路终结设备（DCE）间的接口	GB 11592—89		
5	图像传输规范		国家标准	
6	局部地区网络标准		国家标准	
7	网络通信协议规范		国家标准	
8	数据通信基本控制规程	GB 3453—82		
9	信息处理系统　开放系统互连　基本参考模型	GB 9387—88		
10	信息处理系统　数据通信　高级数据链路控制规程　规程类别汇编	GB 7421—87		
11	信息处理系统　数据通信　高级数据链路控制规程　规程要素汇编	GB 7575—87		
12	信息处理系统　数据通信　高级数据链路控制规程　帧结构	GB 7496—87		
13	信息处理系统　开放系统互连　运输服务定义	GB 12453—90		
14	信息处理系统　开放系统互连　面向连接的运输协议规范	GB 12500—90		
15	开放系统互连　会话服务		国家标准	
16	开放系统互连　会话协议		国家标准	
17	开放系统互连　服务约定		国家标准	

附表 17　307 中文信息处理标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	汉字输入方式规范		国家标准	
2	汉字输出方式规范		国家标准	
3	信息交换用汉字编码字符集　基本集	GB 2312—80		
4	汉字传输规范		国家标准	
5	中文信息处理系统设计导则		国家标准	
6	汉字输入方法评测规则		国家标准	

附表 18　308 系统安全和保密标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	系统安全和保密		国家标准	
2	系统的物理安全规范		国家标准	
3	数据处理设备的安全	GB 4943—90		
4	计算机应用安全准则		国家标准	
5	数据的存储和存取的安全与保密规范		国家标准	
6	数据传输的安全与保密规范		国家标准	
7	数据处理的安全要求		国家标准	
8	数据加密设备选择指南		行业标准	
9	数据加密算法标准		行业标准	
10	数据加密密钥标准		行业标准	
11	技术文档管理规范		行业标准	
12	安全和保密的管理规范		行业标准	
13	计算机安全场地要求		行业标准	

附表 19　309 电子数据交换基础标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	电子数据交换术语	GB/T 14915		
2	用于行政、商业和运输业的电子数据应用及语法规则	GB/T 14805		
3	用于行政、商业和运输业的电子数据段目录	GB/T 15634		
4	用于行政、商业和运输业的电子数据复合数据元目录	GB/T 15635		
5	用于行政、商业和运输业的电子数据报文设计指南与规则	GB/T 15947		
6	用于行政、商业和运输业的电子数据代码表		国家标准	

附表 20　399 其他相关标准明细表

序号	标　　准　　名　　称	现行业标准准 国家、行业标准	宜定级别	备　注
1	信息处理系统　数据库语言 SQL 标准	GB/T 12991—1991		
2	数据库语言 NDL 标准		国家标准	

第五章　城市地理信息系统设计

城市地理信息系统的总目标确定之后，便开始分阶段进行开发。一般来说，系统开发包括三个阶段，即系统分析、系统设计和系统实施。系统设计是其中重要的阶段之一，它是在系统分析基础上进行具体设计的过程，也是选择最佳实现方案的过程，其主要工作为总体设计。要在满足系统总体功能的前提下，将系统划分为若干子系统进行详细设计，使系统结构和数据组织尽可能地合理，并使系统实施简单、灵活、可靠和经济。系统设计的基本内容和工作过程包括：概要（初步）设计、建立系统模型、详细设计及设计审查。

为了能作出一个比较完善的系统设计方案，不仅需要认真地进行用户需求的详细调查，正确地确定系统的具体目标与功能，还需要在现有技术条件、现有数据条件和用户需求等几个方面之间寻求平衡，作出决策。

系统设计要达到三个主要目的，即提高系统的实用性、降低系统开发应用的成本和提高系统的生命周期。

5.1　城市地理信息系统可行性研究和系统目标的确定

在进行系统设计之前，首先需要进行系统分析，包括任务的提出、初步调研和可行性分析。

目前，常规的技术方法和业务运行管理系统已经不能满足城市发展的需要，故城市主管领导十分关注开发城市地理信息系统这一迫切任务。有关专业部门在接受这一任务后，首先要进行初步调查研究，了解原来城市规划、管理和决策的状况，明确系统的目标、开发环境和条件，对城市地理信息系统开发任务从技术上、经济上和社会条件上进行可行性分析，提出分析报告，以便做出判断和结论。

对建立城市地理信息系统的可行性论证主要包括以下 4 个方面：

(1) 通过初步调查和对本部门业务工作的分析研究，确认实现城市地理信息系统项目的近期和远期应用目标的可行性。

(2) 论证项目的投资规模（包括硬件、软件、数据和人力资源的投资），编制预算，并估计实施后带来的经济、社会效益和实施中可能遇到的风险。

(3) 论证几种可供选择的实施方案，确认技术上的可行性。

(4) 编制项目初步实施计划，确认时间上的可行性。

在确定系统目标时，应主要考虑用户需求、经费、建设时间、技术条件和数据源情况等因素。系统目标是概括全局、决定全局和指导系统开发的，必须充分掌握用户对将要开发的城市地理信息系统的需求和用户当前的现实情况，如用户对数据内容和系统功能的要求，用户的原有业务范围、工作流程、资料基础、技术水平和拟投入的经费规模，等等。对上述需求和情况进行综合分析，在需要和可能之间求得平衡，使尽可能达到最

大的效益投资比。通过可行性论证，应提出几种可能的实施方案，供领导比较和作出选择。项目实施方案要包括实现系统开发的几个主要阶段的时间表。这个时间表应是实事求是的科学分析计算结果，但也得考虑用户的急需。

为进行可行性研究，一般要组成一个小组。该小组由了解本单位业务特点并熟悉地理信息系统技术的人员组成。当本单位不具备熟悉地理信息系统技术的人员时，可考虑聘请外部专家参加可行性研究工作。

在可行性研究的基础上，编写出可行性研究报告。

可行性研究报告要经过有权威的可行性论证专家委员会的论证，并根据专家意见进行修改补充，再经有关领导部门审批，作为系统设计的基础文件。

5.2 城市地理信息系统总体设计

5.2.1 城市地理信息系统总体设计概述

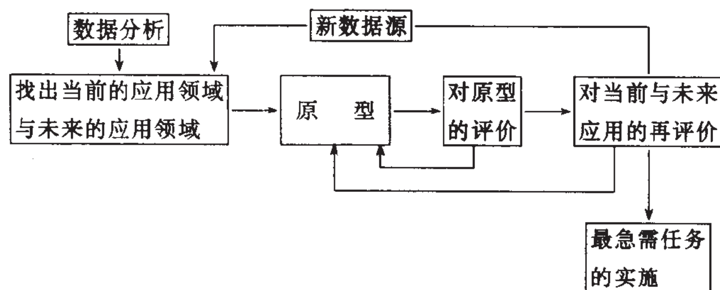
城市地理信息系统的设计方法与一般信息技术（IT）设计类似，故早期的地理信息系统设计大致照搬了IT的设计方法，如生命周期法、模块设计法、数据分析法等。其中，生命周期法是将整个信息系统的开发过程划分为若干阶段，预先规定每一阶段的目标和任务，按一定准则顺次完成。这些传统方法大都采用线性模型，即把系统的设计与实施视为没有反复、不能回归的单一发展过程，其缺点在于分析与设计的过程较长，见效迟，不易把握用户需求的变化。这些方法一般不适用于城市地理信息系统的设计，因为城市地理信息系统的服务对象（即用户群）是多种多样的，是逐渐参与的，用户需求也是逐渐变化和发展的，因此初期拟定的系统目标和数据规模等不可能保持一成不变，需要不断地进行修改和完善。此外，地理信息系统技术和计算机软硬件技术发展很快，要跟上技术的最新发展也要求对原有设计进行修改和补充。

与早期的不同，目前地理信息系统设计常采用原型法。原型法的原则是先确定部分基本需求，选择一个试验区，设计出一个初步方案，并用较短时间开发出一个能满足用户基本要求的实验性和示范性的系统雏形（即原型）。经用户试用，找出该原型的缺点和不足，然后进行修改和补充，再向用户演示，听取他们的意见并修改补充，如此反复，逐渐建成较为完善的系统。这样的系统设计和开发过程实际上是一个迭代过程，而不是多数传统方法那样的线性过程。这种设计方法较适应于城市地理信息系统的建设特点。它的好处是通过一个示范系统，便于用户理解、试用和提出意见，吸引用户参与系统设计工作。

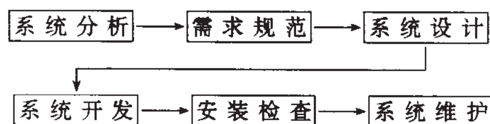
下面是原型法设计方法的基本模型和传统方法中最常用的生命周期法的基本模型(图 5-1)。

5.2.2 城市地理信息系统总体设计的内容和步骤

城市地理信息系统总体设计为全系统确定整体框架和结构，它是系统研制工作的核心和系统开发的依据。总体设计方案指导系统开发的全过程，不但要使系统开发的近期目标和远期目标得以实现，而且要使所设计的系统达到优化。一般来说，一个优化的城市地理信息系统必须具有运行效率高、控制性能好和可扩充性强等特点。



(a) 原型法的基本模型



(b) 生命周期法的基本模型

图 5-1

(本图引自熊允泰:《北京市地下管网图形数据系统》研制技术报告,并作了部分改动)

城市地理信息系统总体设计的主要任务是根据系统总体目标,规划系统的规模和确定系统的各个组成部分,说明它们在整个系统中的作用和相互之间的关系,确定系统的硬软件配置,规定系统采用的技术规范,并作出经费预算和时间安排,以保证系统总目标的实现。

如果没有好的总体设计,就可能导致一个结构不良、功能无法满足要求的系统。这样的系统要么存储的数据不能满足应用要求,要么有重复存储,要么系统各个部分不协调,或者编码不便于使用,等等。总之,不会是一个好的规范化的系统。诚然,最初制订的总体设计方案,反映了一定阶段对系统目标、功能、技术手段、用户需求等方面的认识,它是当时对所建系统的最高级和最全面的概括。但初期的系统设计只能是认识过程的一个起点,其中必然会包含许多不足之处,有待在开发实施过程中逐步修改完善。

系统总体设计的内容主要包括用户需求调查分析、逻辑设计和物理设计等。

系统总体设计的步骤主要包括:

(1) 用户需求的调查和分析,撰写用户需求分析报告;

(2) 总体设计方案的编写;

(3) 总体设计方案的论证和审批。

其中,总体设计方案编写包含了系统结构设计、数据库设计、数据规范化标准化设计、系统软硬件配置、系统开发计划、经费预算和组织实施等工作。

5.2.2.1 用户需求调查和用户需求分析报告

用户需求调查是在通过可行性论证后,对用户单位现行业务运行管理系统,包括组织机构、工作流程、信息流程、人员知识结构等方面的现状和用户对系统的要求进行详细的调查和分析。它是确定城市地理信息系统目标和功能的基础,是系统设计和开发的准备阶段。做好用户需求调查和分析工作是作好系统设计的前提条件。通过调查,弄清系统的用户构成、不同用户对系统的要求以及系统应具备的各种功能等。

用户需求调查的对象主要是系统的最终用户,即将来应用城市地理信息系统处理日常业务和进行各种分析应用的技术人员和领导。

用户需求调查的方法直接影响用户调查的效果。用户调查一般采用访问、座谈等方

法。在调查前，应拟定出需求调查提纲，并提前交给被调查的用户，以便作好准备。用户需求调查应弄清用户对所要开发系统的功能、数据内容、应用范围等方面的要求，并详细考察用户原来的业务范围、工作流程以及部门之间的分工和相互关系等。分析哪些需求可以通过系统直接实现，哪些需求应如何适当调整。在用户需求调查时，还应当考虑到由于采用地理信息系统技术而可能扩大的应用领域和潜在用户，对这些新的应用领域和潜在用户也要进行调查和分析。

应该看到，要一开始就能搞好用户需求调查并勾画出一个比较明确的轮廓是相当困难的。这是因为：首先，需求调查大多需要跨部门、跨单位的密切合作，达到这一点很不容易。其次，由于采用的新技术在我国还处于初始应用阶段，很多用户尚不了解，开始时不易对系统提出具体明确的要求，要在完成试验区示范系统，或在系统开发过程中完成阶段目标，实现了某些功能，再通过实际应用之后，才可能提出新的、更高的要求。因此，用户需求调查是一个逐步深入的过程，需要反复地进行。

用户需求调查后，需撰写综合性的用户需求调查报告，这是系统设计的重要依据。用户需求调查报告要用文字和图表详细阐述，内容包括用户对系统的要求、用户目前的业务范围和工作基础以及可用的数据源情况等，其中当前工作流程要用框图说明。此外，还要对这些需求进行分析，确定哪些需求可以实现，哪些需求和作业流程在城市地理信息系统中应作何种调整和简化，特别是哪些常规作业无法实现的功能应如何在系统中实现等。用户需求报告的文字应当详尽、明了，要用图表说明数据关系和流程。写时要与用户共同商讨，以使需求准确，能为总体设计提供确切的依据。

5.2.2.2　城市地理信息系统逻辑设计

在用户需求调查分析的基础上，明确系统的目标，弄清用户要解决什么问题和各个阶段要达到的要求，从而提出系统的逻辑模型，即确定系统的功能。逻辑模型的基本成分是系统总体逻辑结构、子系统划分和功能分析，可用文字、数据流程图和其它有关图、表进行描述。

城市地理信息系统与一般地理信息系统一样，其总体逻辑结构包括硬件、软件、数据库和人员等组成部分。

(1)硬件。主要指一个城市地理信息系统运行的设备环境，包括计算机(含存贮磁盘、光盘驱动器、软盘驱动器等)、输入设备（含手扶跟踪或扫描数字化仪等）、输出设备（含绘图机、打印机等）以及网络和不间断电源等。图 5-2 是一个系统硬件配置的例子。

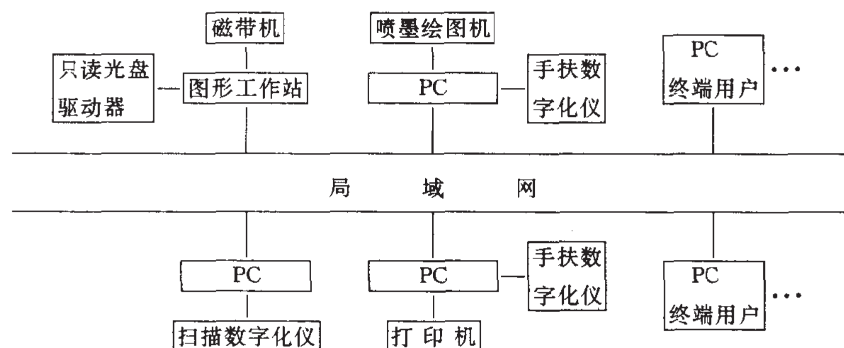


图 5-2　系统硬件配置图

(2) 软件。城市地理信息系统软件包括系统软件和应用软件两大部分。前者主要指

计算机操作系统软件，如 PC 机上的 DOS，WINDOWS 或 WINDOWS NT 等，图形工作站上的 UNIX，OPEN WINDOWS，MOTIF 等。后者包括地理信息系统软件（即各种商品化的基于 PC 机或图形工作站的地理信息系统软件工具）和在此基础上专为某一个城市地理信息系统二次开发的软件（包括各种功能模块和各种应用用户界面）。

应用软件一般应具有下列功能：

数据采集与输入：主要用于对图形、图像、统计数据和文件等不同类型数据源的分析、预处理、数字化（输入计算机）和编辑。

数据储存与管理：主要解决建立数据库，以及根据不同用途的需求，对数据库进行有效的管理。

数据处理和分析：根据建立系统的总目标和系统不同用户的需求，运用或建立数据处理的算法以及专题性和综合性的分析评价模型，进行相应的处理和分析，并可与用户不断进行交互和修改，以形成用户需求的结果。

成果生成与输出：根据用户的需求，将数据处理和分析的结果，形成图形、图像、数字、统计表格或辅助决策方案等不同形式的成果，以多种方式输出，提供用户使用。

（3）数据库。数据库是城市地理信息系统的核心组成部分，一个系统可以具备一个或多个数据库。按数据类型及应用功能可将数据库分为基础数据库和专题数据库两大类，它们都包含空间型数据和空间定位型关系数据。数据库设计详见下节内容。

（4）人员。与一个城市地理信息系统有关的人员包括系统设计开发人员、系统运行和维护管理人员、操作人员和最终用户等。

以上这四部分在总体上构成一个城市地理信息系统。

通常，一个城市地理信息系统由若干子系统组成，子系统划分如图 5-3 所示。

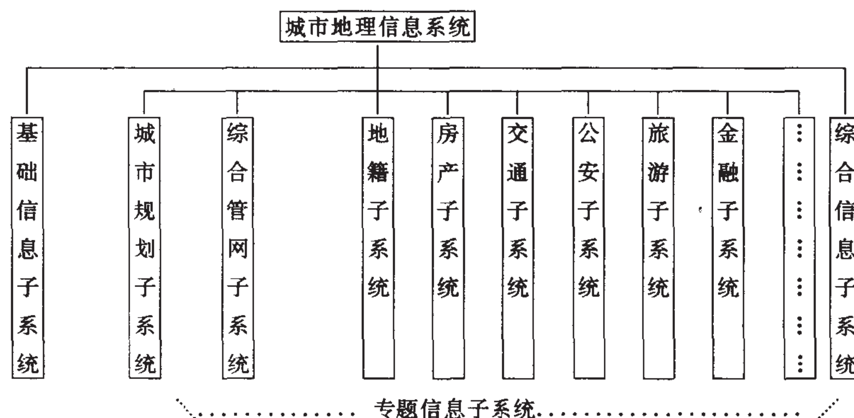


图 5-3　城市地理信息系统子系统划分

上述这些子系统可以分为两大类，即基础信息子系统和专题信息子系统。基础信息子系统是城恃地理信息系统中所有其它子系统的公共基础，用于存贮、管理和应用基础信息，为其它各个子系统提供统一的空间定位基础和专题信息的空间载体；其它子系统均属于专题信息子系统，用于存贮、管理和应用某一类专题信息，这些子系统借助统一的空间定位基础信息，实现专题信息之间的配准和叠加分析处理。一个城市地理信息系统必然包含一个基础信息子系统和一个或几个专题信息子系统。显而易见，基础信息子

系统是城市地理信息系统中最重要的子系统之一，应予优先设计和开发，且一个城市地理信息系统只能集中统一开发一个基础信息子系统，不应重复建设。专题信息子系统的内容和数据视各个城市的具体情况和用户需求而定，既不应贪多求全，也不应该局限于只开发基础信息子系统。

由于城市地理信息系统对城市规划、管理和决策等有重要作用，它与办公自动化系统和管理信息系统等也会有密切的关系。在某些情况下，需要设置它们之间的接口，实现相互访问和信息共享;也可将办公自动化系统作为城市地理信息系统的一个组成部分，使两者集成为一个有机整体。

5.2.2.3　数据库设计

依据逻辑设计的结果进行物理设计。城市地理信息系统物理设计主要是确定系统的物理结构、使用的技术手段、所需要的条件和资源以及实施的步骤和时间进度等。具体包括数据库实体设计、标准化设计、软硬件配置、系统开发计划、经费预算和组织实施等。与其它地理信息系统一样，数据库是城市地理信息系统重要的核心组成部分。一般来说，数据库设计和建设的工作量及其消耗的经费会占整个系统设计、建设工作量和经费的大部分，甚至能达到 60％～70％。数据库设计质量的好坏，不仅影响到系统建设的速度和成本，而且影响到系统的应用、维护管理和数据更新。

城市地理信息系统的数据库依其信息内容可分为两大类：基础信息数据库和专题信息数据库。基础信息数据库是空间型数据库，它的主要内容是城市大比例尺地形图（1：500，1：1000 或 1：2000）的数字化数据，辅之以其它基础性的社会经济信息。专题信息数据库可以是空间型数据库，也可以是空间定位型关系数据库，主要是用专题信息数据（图形或/和统计数据）建成的数据库。依其不同专题内容又可进一步细分为若干子库(或分库)，如规划管理信息数据子库、市政管线信息数据子库、地籍信息数据子库、房产管理信息数据子库、交通管理信息数据子库和建筑管理信息数据子库等。

城市地理信息系统数据库和数据子库与城市地理信息系统的各个子系统之间有着密切的联系。基础信息数据库除作为基础信息子系统的主要组成部分外，它还要与专题子系统连接，向它们提供有关基础数据。各种专题数据库或数据子库除作为相应子系统的主要组成部分外，也可能被其他子系统调用。因此，应考虑各个子系统的需要，遵循共享数据库原则，对城市地理信息系统的数据库进行统一设计和建设，不应仅按子系统需求分别设计和建设各自的数据库，否则会增加存贮数据的冗余度。

城市地理信息系统数据库设计的基本要求包括：

(1) 应该对大量的数据体用非冗余结构予以定义，并根据需要使其能同时为不同的用户使用（批量处理，交互处理，联机的和面向事务的)。

(2) 在插入、修改和删除数据元素时，数据元素的结构、相互关系和从属性应保持不变。

(3) 应用程序不依赖于数据库中的数据组织方法和存放位置，即数据独立。这通常包括两种含义：其一是不同的应用程序可按其所需的数据结构去访问库中的数据；其二是当库中的数据组织发生变更时，不需要重新编写或修改已有的应用程序。

(4) 系统对库中数据的存取进行控制，防止无关用户对数据的非法存取以及有意或无意的破坏，以保证数据的安全性。

（5）系统要保证数据在逻辑意义上的正确性、有效性与兼容性。因此，系统要提供各种保护手段（如数据差错的检查与修复等），以防止任何可能危害完整性的情况发生。

（6）要有一些辅助程序，用于数据库的维护以及经常性的组织和必要时的数据库恢复操作。

（7）要便于用户对数据进行独立的写入、修改、补充和删除。

（8）要具有不断扩充和更新的能力。

5.2.2.4 标准化设计

城市地理信息系统标准化设计是按照已有的相关国家标准、行业标准和地方标准，针对城市的实际情况、系统目标和用户需求，制定规范化和标准化文件，作为总体设计的一个组成部分。

城市地理信息系统规范化和标准化设计的内容包括：

1）地理定位控制

地理定位控制主要指城市地理信息系统中各种与地理位置有关的信息的平面控制系统和高程控制系统，两者都应当是统一的，或者可转换为一种确定的定位控制系统。统一的地理定位控制是各类城市地理信息空间定位、相互拼接和配准的必备条件。

（1）平面控制系统　　平面控制系统是最基本的地理空间定位系统之一，用于确定各种自然和社会经济要素的平面空间地址，即地理平面位置，正确反应真实世界中各种实体之间的平面位置关系。

现有各种城市地图和有关数据所采用的平面控制系统可能是多种多样的，除地理坐标系统（即经度、纬度）外，大致有全国统一平面直角坐标系统和独立坐标系统两大类。独立坐标系是由各城市自行确定的以某一特定点为原点的平面直角坐标系统。一般说来，独立坐标系与全国统一坐标系通过已知参数的平移和/或旋转运算，可以互相转换。

设计城市地理信息系统时，应当选定一个平面控制系统作为整个系统的统一的平面控制基础。如果选用独立坐标系，还应确定它与全国统一坐标系间的转换参数。用于建设该城市信息系统的各种地形图、专题地图和其它有关数据均应归一到这个统一的平面系统中。

（2）高程控制系统　　高程控制系统是地理空间定位的另一重要系统，用于确定各种自然和社会经济要素相对于某一起始高程平面的高度（即高程）。高程控制系统与上述平面控制系统结合，可用来正确反映真实世界中各个实体之间的三维空间关系。

高程坐标系也有全国统一高程系和独立高程系之分。独立高程系与全国统一高程系之间通过已知的高程改正参数，可以互相转换。设计城市地理信息系统时，应当选定一个高程系统作为整个系统的高程控制基础。如果选用独立高程系，应确定它与全国统一高程系间的高程转换参数。所有地形图以及与高程有关的各种专题地图和其它数据，均应归一到这个统一的高程系统中。

（3）区域多边形控制系统　　在城市地理信息系统中常需要按特定的多边形区域对信息进行检索和分析，例如按行政单元分析人口分布特征，按开发区分析社会经济活动，等等。这就要求系统设计统一规定的区域多边形系统。不同城市的区域多边形划分可以不同。常用的有按行政区划分的市、区（县）、街道办事处和居民委员会区域的多边形系

列；按建筑群体划分的小区和街区多边形；按活动性质划分的开发区、金融贸易区、商业区、文化区、旅游区和居住区多边形，等等。应当规定各种多边形区域的界线、名称、类型和代码，形成统一的区域多边形控制系统。

2）图形数据的分类与编码

图形数据分类编码的原则、方法和内容详见第七章。

依据下列现有国家标准和相关标准，确定统一的图形数据分类与编码：

GB 14804—93《1∶500，1∶1000，1∶2000 地形图要素分类与代码》

GB/T 13923—92《国土基础信息数据分类与代码》

GB 2260—1995《中华人民共和国行政区划代码》

GB 10114—88《县以下行政区划代码编码规则》

GB/T 14395—93《城市地理要素——城市道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线编码结构规则》

GBJ 137—90《城市用地分类与规划建设用地标准》

《全国河流名称代码》（待审查）等。

图形数据的分类码应包括基础信息及各类专题信息图形数据的分类和代码。其中，1∶500～1∶2000 的基础信息数据分类码执行国标 GB 14804—93 的规定，1∶5000 及更小比例尺的基础信息数据分类码执行国标 GB/ T 13923—92 的规定，要注意建立这两者之间分类与编码的转换关系。各专业类别的数据分类与代码，如规划管理、市政管线、交通、用地管理、房产管理、环境与灾害、公共设施、公安、社会经济等，凡已有标准的，应执行国家标准或行业标准，否则，可以制定临时的分类与编码方案，列出临时分类代码表，待相应国标颁布实施后再予以转换。

图形数据的标识码用于对主要要素的标识，如道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线、宗地、地块、建筑物、公共设施等，都应编写标识码。其中道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线的标识码应遵照国标 GB/ T 14395—93 规定的编码结构规则，结合城市平面几何图形特点和应用习惯，首先确定定位分区代码（即方位码），再分别确定各类要素实体的代码结构，从而构成这几类城市地理要素的标识码。其他各种地理要素在尚未发布国标前，可参照 GB/ T 14395—93 的规则先行编制临时标识码，待国标颁布后再转换。这项工作要求详细列出城市地理信息系统所应包容的全部标识码清单。

3）属性数据指标体系

城市地理信息属性数据，特别是专题信息的属性数据应设计统一、标准的指标体系，详见本书第七章。

属性数据指标体系的标准化设计包含两方面的内容，一是针对某类图形数据的属性信息所作的属性项设计，二是确定每个属性项的属性值指标。属性项设计是与业务管理内容紧密结合的，一般也应有一套标准，但针对不同的城市，不同管理等级的用户，其项目多少可以选择。一般都依据现有的国家标准、行业标准或地方标准来确定本城市、本系统所涉及的属性项和属性值的标准分级或指标值。

4）数据分层方案

各类数据库或数据子库的数据，应根据具体情况和用户需求，采用分层的办法存放。分层存放有利于数据管理和对数据的多途径快速检索与分析。

数据分层的原则为：

(1) 同一类数据放在同层；

(2) 相互关系密切的数据尽可能放在同层；

(3) 用户使用频率高的数据放在主要层，否则，放在次要层；

(4) 某些为显示绘图或控制地名注记位置的辅助点、线或面的数据，应放在辅助层；

(5) 基础信息数据的分层较细，各种专题信息数据则一般放在单独的一层或较少的几层中。

基于上述原则，制定出统一的数据分层方案，规定统一的层名、层号和数据内容等。表 5-1 给出了一个城市地理信息系统基础信息子系统的分层示例。

表 5-1　城市地理信息系统基础信息子系统分层示例

层号	层名	代码	层号	层名	代码
1	建筑物	B	5	其他线状和面状要素	L
2	地形	T	6	辅助点和线	F
3	管线	E	7	汉字注记	A
4	其他点状要素	P			

5) 数据文件命名规则

一个城市地理信息系统包含有大量的数据文件。为保证对数据文件进行有效管理和便于查询检索，使其不发生混淆现象，应按一定规则对文件命名。

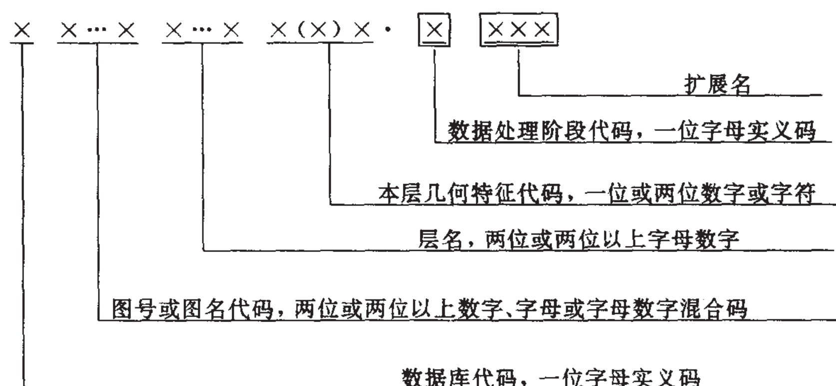


图 5-4　通用结构示意图

文件名称应能清晰地反映数据库的代码，以及数据的层名、层号、图幅号和数据加工处理的阶段等。其通用结构如图 5-4 所示，其中：

(1) 数据库代码用于标识该数据文件属于那一个数据库。用一位具有实义的字母标识城市地理信息系统中的数据库，如表 5-2 所示。

(2) 数据处理阶段是指该数据文件中的数据在建库工艺流程中所处的处理阶段，用一位具有实义的字母予以标识，如表 5-3 所示。

表 5-2

数据库名	数据库代码
基础数据库	J
规划数据库	G
综合管网数据库	Z
地籍数据库	D
……	…

表 5-3

数据处理阶段	代码
手扶数字化原始数据	D
扫描原始数据	S
经过编辑数据	E
经过投影变换数据	P
已建立拓扑关系数据	T
已接边数据	M
完成处理数据	F

随城市地理信息系统的规模不同，数据文件的数量存在很大差异，上述文件命名规则适用于复杂的大系统。一般城市可根据自身情况适当简化上述文件命名规则，以能完善管理各种数据文件为主要目标，不必拘泥于完全照搬这一规则。

为防止文件名称过于冗长，可以分两级管理，即将数据库代码、图号或图名代码作为主目录名，其它部分作为主目录下的文件名。

6）统计单元

统计数据是城市信息系统的重要信息源之一。当前的统计数据受历史因素局限，大多缺少能精确定位的标志，或者是以较大的行政区（例如以县）为单位统计的，这样的信息仅限于统计分析计算，不能进行空间定位和空间分析。某些统计数据基于特定的统计单元，可以进行空间定位，但不同统计数据间因统计单元不相匹配而无法进行相关分析。因此，现有统计数据往往不能完全适应现代空间信息系统的要求。统计数据是城市地理信息系统不可缺少的组成部分，特别是很多专题信息，都是用统计办法采集数据的。需要根据城市特点，设计统一的空间定位统计单元，并相应地在统计表中增加统计单元代码数据项。空间定位统计单元可以是规则的格网，也可以是根据一定条件划定的多边形，视不同的数据内容而定。空间定位统计单元应当是稳定的和标准化的。

7）技术流程和质量控制

对一个城市地理信息系统而言，其系统建设的整个流程及每个阶段的质量检查与质量控制应该是标准化的。标准技术流程是建立在实践基础上的、最优化的工艺技术过程，是保证系统建设进程和系统质量的重要手段。大规模系统还可根据设计方案编写技术实施方案，以控制和指导系统的开发工作。质量控制标准应该是多方面的，从系统设计、数据源、数据采集、数据处理直至系统开发完成，均应有严格的质量控制指标和检查措施。不同子系统的质量控制指标是不一样的，但必须有一系列标准用于控制。

8）地理信息描述数据

地理信息描述数据（Metadata for Geographic Information）是描述数据内容、质量、状况和其他特征的数据，简单地说是关于数据的数据。

描述数据并不是一个新的概念，在日常工作中早已接触到，如地图图例、图外注释、图书目录等，实际上都属于描述数据。描述数据不同于数据字典。数据字典主要从数据存贮的角度来描述数据，而描述数据描述的范围要广泛得多。如描述一个字段时，描述数据不仅要描述其存储信息，还要说明其来源和可靠性等。描述数据可以在数据、数据集、数据集系列这三个层次上实施。描述数据也是一种数据，形式上与其他数据没有区别，可以以数据存在的各种形式存在，它是城市地理信息系统数据的必要组成部分。

随着信息时代的来临，描述数据变得日趋重要。大量的信息带来了数据处理、管理、使用和共享等方面的一系列问题，描述数据便于人们直接或通过网络使用和了解数据，使这些问题得到一定程度的缓解。城市地理信息同其它各种信息一样，其数据集的数量、复杂程度和多样性也在迅速增长，而且地理数据一般是由不同生产者生产，并提供给各种用户使用的，很多数据又被多个用户多次使用，因此为不熟悉数据的用户提供适当说明数据的文件资料即描述数据是十分必要的。

地理信息描述数据是按一定标准采集与组织的，描述数据标准通过定义共同的术语、定义、元素、子集和扩充方法等，规范各种数据集的描述数据内容，使地理信息数据得到更好的应用与有效的检索，即数据生产者能更好地组织和管理数据，用户可得到关于数据集的信息，以便找到能满足其需求的数据。

地理信息描述数据一般包括以下内容：数据集标识信息、数据质量、数据源和处理说明、数据内容摘要、数据空间参照系统、数据分类、数据分发信息以及与描述数据有关的其它信息等。目前，国际、国内均在研究和制定描述数据标准。

在城市地理信息系统中按照标准建立描述数据库及其检索系统，可实施城市地理信息的发布、查询和销售服务等业务。

5.2.2.5 *软、硬件配置*

城市地理信息系统的软、硬件配置应遵循本书 9.3 节中规定的系统配置原则，并参考系统配置方案进行选择。

城市地理信息系统硬件视城市和系统规模可有大、中、小三种配置：

(1) 大的系统可以采用一台服务器和多台图形工作站及 PC 机联网，根据数据量配置较大容量的磁盘，并配置若干台手扶跟踪数字化仪、扫描数字化仪和绘图机等外部设备；

(2) 中等系统可以用图形工作站作为服务器，与若干台 PC 机联网。工作站配置较大容量的磁盘，并配置适当数量的手扶跟踪数字化仪或一台扫描数字化仪，以及绘图机等外部设备。

(3) 小规模系统用一台 PC 机，或若干台 PC 机联网，配置适当规模的磁盘，并根据近期和中长期的需要，配置手扶跟踪数字化仪或扫描数字化仪。一般应考虑配置一台绘图机。

软件包含计算机操作系统软件、地理信息系统基础软件和应用分析模型软件等。操作系统软件既要与所选计算机相匹配，又需要支持所选地理信息系统基础软件。地理信息系统应用软件可以完全自行开发，也可以引进一套商品化的通用的地理信息系统基础软件，并在此基础上进行二次开发。由于时间和技术力量限制，通常不采用自行开发全部应用软件的技术路线。在引进商品化通用地理信息系统基础软件时，无论是国产软件还是国外软件，均应选择成熟的、功能和性能都能满足系统建设需要的软件，它应具有良好的开放性和兼容性，有良好的扩充功能，便于进行二次开发；软件技术支持服务好，能不断进行版本升级；能支持汉字处理，且具有较高的性能价格比。二次开发主要是根据系统功能和系统应用的目标要求，对通用基础软件进行功能的集成、扩充和用户界面的开发等，以便用户通过简单操作，就能完成需输入多条命令才能完成的处理工作，使用户无需记忆多条命令和进行复杂操作。此外，应增加某些用户需要而基础软件中尚不具备的功能。应用分析模型软件则根据城市地理信息系统实际分析应用的需要，逐步进

行开发和扩充。

在配置城市地理信息系统软硬件方面，切忌在系统刚开始调研、设计时就购买设备和软件，切忌贪多求高，切忌一次性将所有可能需要的设备全部购进。应当在系统目标明确和完成初步设计之后，才开始根据开发阶段需要，分期分批地购买设备和软件，以免造成浪费和设备过早地退役。

在总体设计中应列出系统软硬件最终配置清单和结构图，并确定分阶段购置计划。

5.2.2.6　系统开发计划、经费预算和组织实施

城市地理信息系统开发是一项大型系统工程，它的开发周期长，经费投资高，见效慢，组织实施工作十分复杂。

在开发城市地理信息系统时，必须注意到用户对系统的需求认识和应用能力是一个逐步提高的过程，也应考虑到不同子系统间有相互制约的特点。为充分利用有限的投资经费，及早发挥系统的社会效益和经济效益，应当按照系统工程的方法，将系统开发的最终目标划分为若干实施阶段，制定出切实可行的开发阶段计划。一般来说，第一阶段先开发统一空间基础信息的基础信息子系统和数据库，同时开发一两个重要的、急需的专题子系统，如规划管理、用地管理、市政管网等。在功能上，首先要实现对数据的查询检索，以及事务处理、信息咨询、数据提供和计算机制图等一般性通用功能；第二阶段开发其余专题子系统，扩展系统功能并开发分析应用模型；第三阶段进一步完善系统功能，实现系统集成和全市联网，最终构成城市综合性地理信息系统。

城市地理信息系统的开发经费主要用于购置软、硬件，采集数据和建立数据库，开发地理信息系统应用软件和分析应用模型，运行和维护系统，更新和扩充数据、软件或硬件，以及管理开支等。应当避免两种偏见：一是只重视购置软硬件的经费投入，忽视数据采集和应用软件开发的经费安排。实际上，数据采集经费远远高于软硬件购置经费，应用软件开发也要占有相当大的经费比例。二是只重视系统开发的经费投入，忽视甚至不考虑系统建成后的更新、维护和扩充的经费需求。实际上，系统建成后要经常进行维护，数据要经常更新，软件和硬件要定期升级，系统功能也要进行扩充，只有这些经费都得到保证，系统才能正常运行和使用。

城市地理信息系统作为城市的一项现代化重要基础设施，它的开发经费应主要来自城市政府部门或有关主管部门，也可以争取上级领导部门拨款或有关国际组织机构（如世界银行等）的贷款。

城市地理信息系统开发涉及的技术领域和专业领域宽广，部门较多，加上各个城市的情况千差万别，因而组织实施工作不可能千篇一律。必须强调的是，市政府和有关主管部门领导的重视及其对系统开发的组织协调是十分重要的，甚至可看成是系统存亡的关键。城市地理信息系统的建设应当在市政府及有关主管部门的统一领导下进行。最好由一位副市长亲自抓，成立由市政府及主管部门行政领导和技术负责人组成的领导小组，该小组协调各部门之间的各种关系，并聘请几位国内知名的地理信息系统专家组成专家组，实现对系统开发的指导和监督，并及时处理技术问题和非技术问题。城市地理信息系统的基础信息子系统必须由市政府责成主管部门优先统一开发，从而可向全市各专业部门提供标准化的权威基础数据，杜绝不同部门重复采集基础数据的做法，不然会导致严重后果。城市地理信息系统的专题信息子系统也应以各专业主管部门为主，联合有关

部门共同建设，以使其具有权威性。专题信息子系统也应杜绝重复建设现象，各种专题数据库应当由各个专业子系统共享，所需的基础信息则应来自统一建设的基础数据库，而不应是其他来源。

城市地理信息系统属高新技术，它的建设技术难度较大。由于各个城市的技术基础不同，其系统开发也会有多种模式。常见的开发模式有下列三种：

(1) 完全自主开发　从系统的组织、策划、总体设计、详细设计、软硬件购置安装到数据库建设和应用软件开发，等等，完全依靠用户单位本身的技术力量独立完成。这就要求该单位拥有专业门类比较齐全，高、中、低搭配相对合理和总体技术水平较高的专业技术队伍。其优点是组织工作简单、用户需求情况熟悉、经费节省和本身技术水平能迅速提高，系统建成后的维护、更新、升级也比较有保障。但这一方法对用户单位的技术要求很高，就我国现状而言，多数城市尚不具备这类条件。

(2) 全盘委托开发　整个工程从设计到实施完成均由选定的某一个或几个具备技术实力的单位开发，用户单位派少量技术人员参加开发的全过程，了解掌握系统开发成果。开发完成后，交给用户单位使用。如此开发的工程通称之为“交钥匙工程”。这种方法的弊端明显，比如由开发单位进行的用户调查很难深入了解用户单位的业务情况和需求，因而开发的系统功能不见得都适用，且系统开发的费用相对较高。系统交付使用后，用户单位几乎无法对系统作长期的维护、更新和升级工作。因此，这不是理想的开发模式。

(3) 联合开发　系统开发工作由用户单位和地理信息系统专业单位联合承担，由双方的技术人员组成联合开发组，在系统开发的每一阶段，均应进行详细的讨论和共同动手开发，使用户单位技术人员掌握系统开发的整体框架和技术细节，并逐步由配角转变为主角。这一方法的优点在于通过联合开发，可迅速地为用户单位培养出一支自己的技术队伍，能自己运转，并能长期对系统进行维护、更新和升级。这是比较适合我国国情的开发模式。

城市地理信息系统的开发模式要因地制宜，不同城市可以采用不同的模式，同一城市的不同子系统亦可采用不同的开发模式。

5.2.3　城市地理信息系统总体设计方案论证和审批

城市地理信息系统总体设计方案应包括总体设计方案文本及其附件，如图形信息分类代码表、属性信息指标体系等。总体设计方案需经专家论证委员会论证通过和主管部门审查批准，才可付诸实施。

专家论证委员会由知名的地理信息系统、计算机和有关专业的专家组成，一般为5～13人。其职责是通过阅读文本和听取设计人员的报告，从技术角度对总体设计方案进行审查，评价设计目标是否符合用户需求，技术路线是否合理先进，技术措施是否可行，设计有无重大技术问题，软硬件配置、进度指标和经费预算是否恰当等，并提出补充修改的意见。通过专家论证的总体设计方案，还需经上级主管部门审查，从行政管理角度审查系统目标的经费投入和进度安排等是否符合要求，对组织实施也要提出指导性意见，并批准实施。

5.3 城市地理信息系统子系统设计

城市地理信息系统子系统设计是根据总体设计方案确定的目标和阶段开发计划，对子系统进行的详细设计，用于指导子系统的开发。

子系统设计以对用户需求的进一步详细调查分析为基础。子系统设计前的用户需求调查与总体设计前的用户调查既有联系，又有区别。这一阶段的用户需求调查要充分利用以前调查分析的结果，特别是与子系统主题相关的部分，并对用户再作进一步的专题性调查，弄清用户在相应专题方面的业务情况和对系统的应用要求，将此作为子系统设计的依据。

子系统设计的内容主要包括：子系统逻辑结构设计，数据库设计、功能模块设计和用户界面设计等。

子系统设计应比总体设计更加详细具体，可操作性强，是直接指导实施的文件。

5.3.1 子系统逻辑结构

与总体设计的逻辑结构相类似，每个子系统的逻辑结构主要包括硬件、软件、数据库和人员。

根据该子系统的功能和规模，具体确定设备及软件的类型和数量，并制定分期分批的购置方案。

基础信息子系统数据库为其他各专题子系统共享；专题子系统数据库由专题数据子库和基础数据子库构成，前者除图形数据外，还包括专题属性数据（多数为空间定位型关系数据），后者则是从基础信息子系统数据库提取相关数据而派生的。

人员包括子系统设计开发人员、子系统运行和维护管理人员、操作人员及最终用户等。专题子系统逻辑结构还需要熟悉本专题业务的专业人员参与设计和开发。

5.3.2 子系统数据库设计

城市地理信息子系统数据库设计的主要内容包括：

（1）数据源的分析与选择；

（2）数据采集方式的确定；

（3）数据更新的技术方法；

（4）数据采集前的预处理；

（5）数据采集技术要求和技术规定；

（6）数据编辑处理和拓扑关系建立；

（7）属性项的选择、定义和属性文件的建立，与已有关系数据库的连接；

（8）数据质量控制和检查验收规定；

（9）平面坐标的配准、投影参数设置、与国家统一坐标系间的转换；

（10）数据接边处理；

（11）其他有关问题，包括数据字典、描述数据库、符号库的设计与建立等。

5.3.3 子系统功能模块设计

每个子系统除应具有如数据输入、图形或属性信息的查询检索、数据处理与分析、坐标变换和投影转换、图形图表显示或输出以及数据更新等通用功能外，还应针对各个不同的专题子系统，设计专题应用和辅助业务管理功能。如基础信息子系统应具备辅助测绘业务管理的功能，包括测绘单位注册登记申请、地图编制出版审批、限额以上和大型测量工程管理、测绘成果质量监督管理、测绘资料档案管理、测量标志管理与维护，等等。又如土地管理子系统应具备辅助土地管理事务处理的功能，包括办文管理、划地方案制定、征地拆迁和批约、地价测算、土地利用现状评价和土地利用预测，等等。

每一项管理业务均要按照规范化工作流程设计出功能模块，进行开发。

5.3.4 子系统用户界面设计

为便于用户操作，使用户避免记忆系统软件和地理信息系统基础软件的复杂命令，并提高效率和简化操作，应在子系统功能模块设计的基础上，开发全汉化的菜单式用户界面（图 5-5），使用户易懂、易学、易掌握。

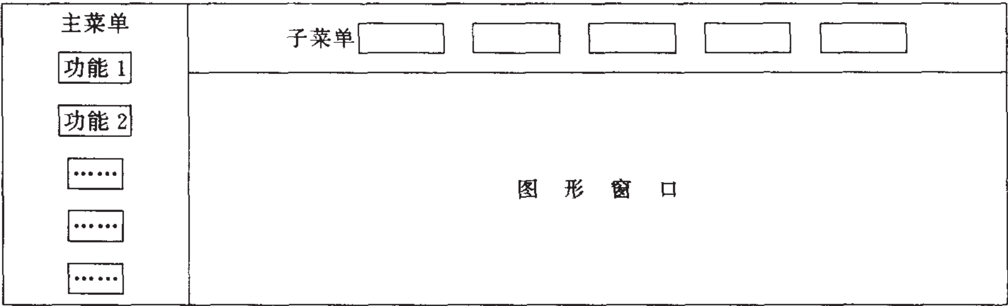


图 5-5 菜单式用户界面示意图

界面设计要考虑尽可能使用户方便，对用户真正做到“友好”。用户只需利用鼠标在屏幕上进行简单操作，即可执行有关功能或提示有关信息，而无需输入任何命令。界面设计要做到各模块之间界面的形式一致，即相同的功能要用相同的图标显示。界面可以分为若干层，从主菜单开始，一层层调用。界面设计的布局要合适，尽可能加大图形显示窗口，做到美观大方和清晰易读。有条件的，还应具备“帮助”功能，甚至声音解说，使最终用户不经计算机知识和专业培训，也能熟练地进行操作。

5.3.5 子系统间兼容共享

一个城市地理信息系统可能具有两个或多个子系统。在设计和开发这些子系统时，要十分重视子系统间的兼容共享问题。它们应当在统一的总体设计方案和规范标准的指导和控制下进行设计，它们应当采用统一的基础数据作为空间定位的公共平台，它们之间应当能相互调用数据库数据并尽量减少重复存贮。各个子系统所使用的软件和硬件应尽可能统一或能相互兼容，以保证数据能在子系统间顺利地转换。在条件成熟时，子系统应能通过网络互联。

5.4 城市地理信息系统设计评价

系统评价是从技术和经济两大方面对所设计的城市地理信息系统进行功能和效益评定。基本做法是将开发完成并运行的系统与预期目标进行比较，考察是否达到了系统设计时的预期的效果。然后对下列各项进行逐一审议和考核：

（1）系统效率　城市地理信息系统的各种功能指标、技术指标和经济指标均是系统效率的反映。例如系统能否及时地向用户提供有用信息？所提供信息的质量如何？系统操作是否方便？系统出错率如何？以及资源的使用效率如何？等等。

（2）系统可靠性　所谓可靠性是指系统在运行时的稳定性，是否很少发生事故，即便发生是否也能很快恢复。可靠性还包括系统的数据文件和程序是否妥善保存，以及系统是否具有后备体系等。

（3）系统可扩展性　任何系统的开发都是从简单到复杂的不断求精和完善的过程，特别是城市地理信息系统，它往往是从调查和搜集空间数据开始，然后开发系统原型，历经修改完善，逐步演化到兼有管理和决策功能的高级阶段。因此，要使在已开发系统上增加功能模块，而不需大改动或不影响整个系统结构，必须在系统设计时留有接口。否则，当数据量增加或功能增加时，系统就可能要推倒重建。

（4）系统可移植性　可移植性是评价城市地理信息系统的一项重要指标。一个有价值的地理信息系统的软件和数据库，不仅在于它自身结构的合理，而且在于它对环境的适应能力，即它们不仅能在一台机器上使用，而且能在其它型号的设备上使用。要做到这一点，系统必须按国家规范标准设计，包括数据表示、专业分类、编码标准、记录格式、控制基础，等等，都需要按照统一的规定，以保证软件和数据的匹配、交换和共享。

（5）系统效益　系统的效益包括经济效益和社会效益。城市地理信息系统开发阶段和运行初期，由它产生的经济效益并不显著，着重从社会效益上进行评价，例如信息共享的效果，数据采集和处理的自动化水平，地学综合分析的能力，系统决策的定量化和科学化，系统应用的模型化，系统解决新问题的能力，以及劳动强度的减轻，工作时间的缩短，技术水平的提高，等等。城市地理信息系统的经济效益是在长时间内逐渐体现出来的，随着功能的完善，数据的完备和使用水平的提高，应用领域的扩大，它的经济效益也就不断提高。

参 考 文 献

[1] Spatial Data Transfer Standard FIPS 173. USA，1992

[2] 国家技术监督局．GBJ 137 城市用地分类与规划建设用地标准．1990

[3] 国家技术监督局．GB 12409－90 地理格网，1991

[4] 曹桂发、陈述彭等．城市规划与管理信息系统．测绘出版社，1990

[5] 简逢敏．上海市城市建设信息系统及城市地图数据库初探．测绘通报，1990 年第 5 期

[6] 陈丙咸．城市遥感分析．南京大学出版社，1991

[7] 宋小冬、叶嘉安．地理信息系统及其在城市规划与管理中的应用．科学出版社，1995

[8] 熊允泰．北京市地下管网图形数据库系统研制技术报告，1995

[9] 广西壮族自治区建委规划处等．广西城市信息系统发展政策研究，1996
[10] 毋河海．地图数据库系统．测绘出版社，1991
[11] 黄杏元、汤勤．地理信息系统概论．高等教育出版社，1989
[12] 何建邦、蒋景瞳等．中国地理信息系统国家规范和标准研究进展与特点．资源与环境信息系统国家规范与标准化研究．测绘出版社，1992
[13] 蒋景瞳．全国国土基础信息系统研究．全国性资源与环境信息系统研究．测绘出版社，1991
[14] 蒋景瞳、王东华等．国土基础信息系统全国 1：100 万地理要素数据库设计及其特征．全国性资源与环境信息系统研究．测绘出版社，1991
[15] 蒋景瞳、刘若梅．国土基础信息数据分类与编码研究．全国性资源与环境信息系统研究．测绘出版社，1991
[16] 蒋景瞳、刘若梅．全国河流名称代码研究．94' 地理信息系统学术讨论会论文集，1994
[17] Peuquet, D. J., Marble, D. F., Introductory Reading in Geographic Information System. Taylor & Francis Ltd, 1990
[18] Moellering, H., Spatial Database Transfer Standards. Current International Status. Elsevier Applied Science, 1991
[19] Hart, D., Pillips, H., Metadata Primer—A "How To" Guide on Metadata Implementation. FGDC, USA, 1997

第六章　城市地理信息系统的空间定位

地理信息系统研究的对象是具有空间内涵的地理数据。地理数据与其位置的识别联系在一起，它是通过公共的地理基础来实现的。这就是说，在一个地理信息系统中，任何地理数据都必须纳入一个统一的空间参照系统中，才能为规划、管理和决策提供科学依据。城市地理信息系统也不例外。

6.1　空间参照系统

空间参照系统是指确定空间目标平面位置和高程的平面坐标系和高程系。这两个系统均与地球椭球面有关。

地球自然表面是一个起伏不平、十分不规则的表面。它不能用数学公式来表达，故不能在其上实施运算。尽管地球的自然表面极不规则，但它的总体形状接近一个由大地水准面所包围的形体。理论和实践证明，大地水准面与具有微小扁率的旋转椭球面非常接近，可用它来代表地球形状，故又名地球椭球面。地球自然表面、大地水准面和地球椭球面及其之间的相互关系如图 6-1 所示。

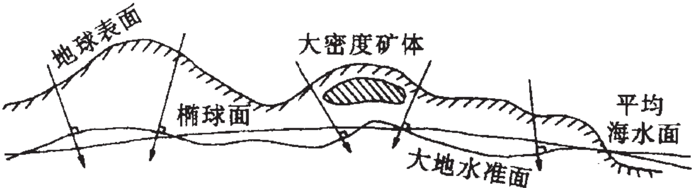


图 6-1　地球自然表面、大地水准面和椭球面之间的关系示意图

地球椭球的基本元素常用符号 a，b，α，e 和 e' 表示（见图 6-2）。符号的名称和公式为：

长半轴　a

短半轴　b

扁　率　$\alpha=\dfrac{a-b}{a}$

第一偏心率　$e=\sqrt{\dfrac{a^2-b^2}{a^2}}$

第二偏心率　$e'=\sqrt{\dfrac{a^2-b^2}{a^2}}$

为决定地球的形状和大小，只要知道 5 个基本元素中的 2 个就够了，但其中必须有一个长度元素（a 或 b）。

世界各个国家在大地测量中，均采用某一个地球椭球代表地球。选定某个地球椭球后，仅解决了椭球的形状和大小问题。要把地面大地网归算到该椭球面上，还必须确定

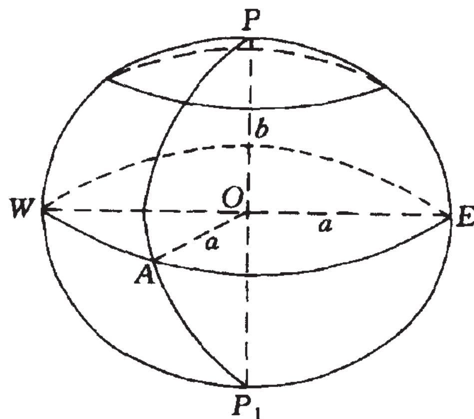


图 6-2　地球椭球的形状和大小

它同大地体的相关位置，这就是所谓椭球的定位和定向问题。一个形状、大小和定位、定向都已确定的地球椭球叫参考椭球。参考椭球一旦确定，则标志着大地坐标系已经建立。

一个国家或地区在建立大地坐标系时，为使地球椭球面更切合本国或本地区的自然地球表面，往往需选择合适的椭球参数、确定一个大地原点的起始数据，并进行椭球的定位和定向。显然，不同的椭球参数构成不同的大地坐标系；相同的地球椭球参数，由于定位或定向不同（或定位、定向均不相同），将构成不同的的大地坐标系；大地原点上不同的大地起始数据表明属不同的大地坐标系。1949 年以后，我国采用了两种不同的大地坐标系，即 1954 年北京坐标系和 80 国家大地坐标系，它们均属参心大地坐标系。

1）1954 年北京坐标系

我国 1954 年完成了北京天文原点的测定工作，建立了 1954 年北京坐标系。1954 年北京坐标系是原苏联 1942 年普尔科沃坐标系在我国的延伸，但略有不同，其要点是：

（1）属参心大地坐标系；

（2）采用克拉索夫斯基椭球参数（6878245m，$f=1:298.3$）；

（3）多点定位；

（4）$\varepsilon_x=\varepsilon_y=\varepsilon_z$；

（5）大地原点是原苏联的普尔科沃；

（6）大地点高程是以 1954 年青岛验潮站求出的黄海平均海水面为基准；高程异常是以原苏联 1955 年大地水准面重新平差结果为水准起算值，按我国天文水准路线推算出来的；

（7）1954 年北京坐标系建立后，30 多年来用它提供的大地点成果是局部平差结果。

2）1980 年国家大地坐标系

由于 1954 年北京坐标系（以下简称为 54 坐标系）存在许多缺点和问题，1980 年我国建立了新的大地坐标系，称之为 1980 年国家大地坐标系（以下简称为 80 坐标系），其要点是：

（1）属参心大地坐标系。

（2）采用既含几何参数又含物理参数的四个椭球基本参数。数值采用 1975 年 国际大地测量学联合会（IUG）第 16 届大会上的推荐值，其结果是：

地球长半轴 $a=6378140\text{m}$

地心引力常数与地球质量的乘积 $GM=3.986005\times1014\text{m}^3\cdot\text{s}^2$

地球重力场二阶带谐系数 $J_2=1.08263\times10^{-3}$

地球自转角速度 $\omega=7.292115\times10^{-5}\text{rad/s}$。

(3) 多点定位。在我国按 1°×1° 间隔，均匀选取 922 个点组成弧度测量方程，按 $\sum_{1}^{922}\zeta_2=$最小解算大地原点起始数据。

(4) 定向明确。地球椭球的短轴平行于地球质心指向 $JYD_{1968.0}$的方向，起始大地子午面平行于我国起始天文子午面，$\omega_x=\omega_y=\omega_z=0$。

(5) 大地原点定在我国中部地区的陕西省泾阳县永乐镇，简称西安原点；

(6) 大地高程以 1956 年青岛验潮站求出的黄海平均海水面为基准。

大地坐标系确定后，空间一点的大地坐标用大地经度 L、大地纬度 B 和大地高 H 表示。如图 6-3 所示，地面上的点 $P_{地}$ 的大地子午面 NPS 与起始大地子午面所构成的二面角 L，叫点 $P_{地}$ 的大地经度，由起始子午面起算，向东为正，向西为负。点 $P_{地}$ 对于椭球的法线 P 地 K_p 与赤道面的夹角 B，叫做点 $P_{地}$ 的大地纬度，由赤道面起算，向北为正，向南为负。点 $P_{地}$ 沿法线到椭球面的距离 H 叫做大地高，从椭球面起量，向外为正，向内为负。80 坐标系与 54 坐标系的换算见本章附录 1。

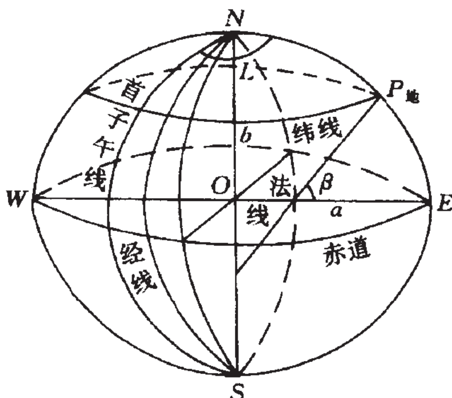


图 6-3 经纬线和经纬度

6.1.1 平面坐标系统

地球椭球面是曲面，地图是平面，因此只有运用一定的数学法则把大地坐标系转化为某投影平面上的平面直角坐标系，方能为测制地形图和工程图提供经纬线控制网。我国国家基本地形图系列均采用高斯-克吕格平面直角坐标系，该坐标系用小写 x 表示纵轴，y 表示横轴。点的高斯-克吕格平面直角坐标是通过高斯-克吕格投影公式计算得到的。

6.1.1.1 主投影和投影变换

将椭球面上各点的大地坐标，按照一定的数学法则，变换为平面上相应点的平面直角坐标，通常称之为地图投影。这里所说的一定的数学法则，可以用下面两个方程式表示：

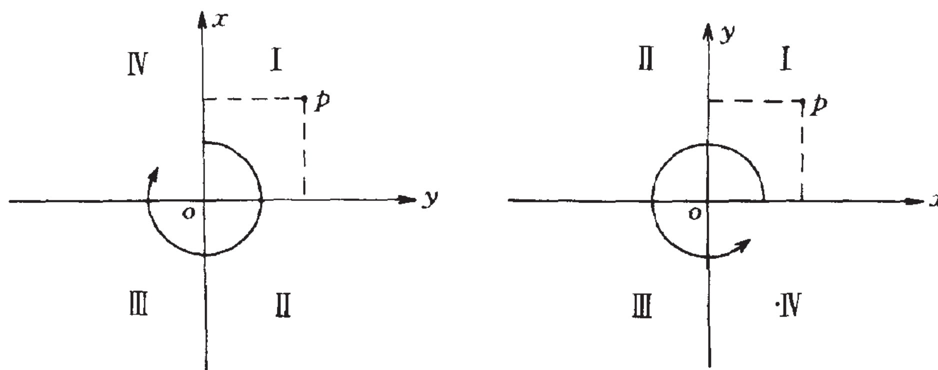
$$\begin{cases} x=F_1(L, B) \\ y=F_2(L, B) \end{cases} \tag{6-1}$$

式中（L，B）是椭球面上某一点的大地坐标，而（x，y）是该点投影平面上的直角坐标。（6-1）式表示了椭球面上一点同投影平面上对应点之间的解析关系，也叫坐标投影公式。各种不同的投影就是按照一定的条件来确定式中的函数形式 F_1，F_2 的。地球椭球面是不可展的曲面，无论用什么函数式 F_1，F_2 将其投影至平面，都会产生变形。按变形性质区分，地图投影可分为等角投影、等面积投影和任意投影（包括等距离投影）三种。等角投影（也叫正形投影或相似投影）在无穷小的范围内使地图上的图形同椭球面上的原形保持相似，因而得到广泛的采用。

高斯-克吕格投影（简称高斯投影）是一种等角投影。自 1952 年起，我国将其作为国家大地测量和地形图的基本投影，亦称为主投影。高斯投影公式见本章附录 2。

6.1.1.2　国家坐标系和独立坐标系的变换

由于地球半径很大，在较小区域内进行测量工作，可将地球椭球面作为平面看待，而不失其严密性。既然把投影基准面作为平面，就可采用平面直角坐标系表示地面点在投影面上的位置，如 6-4（a）中的 P 点。



（a）测量平面直角坐标系　　（b）数学平面直角坐标系

图 6-4　测量和数学平面直角坐标系

为不使坐标系出现负值，它通常将某测区的坐标原点设在测区西南角某点，以真北方向或主要建筑物主轴线为纵轴方向，而以垂直于纵坐标轴的直线定为横坐标轴，构成平面直角坐标系；也可假定测区中某点的坐标值，以该点到另一点方位角作为推算其他各点坐标的起算数据，实际上也构成了一个平面直角坐标系。

上述平面直角坐标系的原点和纵轴方向选定了的值常用于小型测区的测量，它不与国家统一坐标系相连，因此称为任意坐标系或独立坐标系。我国城市多采用独立坐标系，甚至有的城市采用多个独立坐标系或不同时期采用不同的独立坐标系。

按高斯投影统一分带（6°带，3°带）建立的直角坐标系，称为国家平面直角坐标系。如果某城市或城市内某些地区用的是独立坐标系，在建立城市地理信息系统时，往往需将独立坐标系转换成国家平面直角坐标系。

在进行转换时，先将独立坐标系的原点（若有固定原点的话）或独立坐标系的某一固定点与国家大地点连测，并按计算出的方位角进行改正，求出该点的国家统一坐标，然

后对所有数据进行平移和旋转，以便把按独立坐标系所采集的数据转换到国家平面直角坐标系中。

在城市和工程测量中，也可采用 1.5°带或任意带的高斯平面坐标系，以提高投影的精度。在这种情况下，可按本章附录 2 所讲的高斯投影换带计算的原理进行换带处理。

6.1.1.3 地理格网

按一定的数学规则对地球表面进行划分形成地理格网，可以用于表示呈面状分布、以格网作为统计单元的地理信息。通过对地理格网划分及编码规则的深入分析研究，规定我国城市地理信息系统采用三种地理格网系统：

(1) 4°×6°格网系统　　以纬差 4°和经差 6°为基础进行划分而构成的多级地理格网系统，主要适用于表示陆地与近海地区全国或省（区）范围内各种地理信息。它的分级如下：

格网等级	1	2	3	4	5	6	7	8	99
格网单元边长	30″	15″	7.5″	3″	1.5″	0.75″	0.3″	0.15″	5″
比 例 尺	1∶100 万	1∶50 万	1∶25 万	1∶10 万	1∶5 万	1∶2.5 万	1∶1 万	1∶5 千	1∶20 万

(2) 直角坐标格网系统　　将地球表面按数学法则投影到平面上，再按一定的纵横坐标间距和统一的坐标原点对其进行划分而构成的多级地理格网系统。主要适用于表示陆地和近海地区为工作规划、设计、施工等应用需要的地理信息。它的分级如下：

格网等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99	
格网单元边长（m）	1 000	500	250	100	50	25	10	5	2.5	200	100
比例尺 *	1∶100 万	1∶50 万	1∶25 万	1∶10 万	1∶5 万	1∶2.5 万	1∶1 万		1∶5 千	1∶20 万	

* 直角坐标格网的比例尺与格网等级不是唯一对应的，一种比例尺对应两种格网等级，用户可根据需要选择一种。

这样，从 1∶5 000 到 1∶1 000 000 各级比例尺不同详细程度的信息都可以按用途需求，选用不同的地理格网来表示。该标准还规定在国内各系统之间进行信息交换时，一律采用 4°×6°格网系统，在系统内部或国际间交换中可以选用其中任何一种。

关于地理格网的设计原则、地理格网的分级与编码参见中华人民共和国国家标准 GB 12409—90《地理格网》。

在城市地理信息系统中，还需用到 1∶2 000，1∶1 000 和 1∶500 的地形图，在国家标准中未规定它们的格网等级和格网单元边长，可根据实际需要自行设计。建议采用 2.5m，2m，1m 或 0.5m 的格网。

上述三种地理格网均按地球象限、经纬度或直角坐标进行划分，具有严格的数学基础，因此它们之间可以互相转换。三种格网的分级各呈一定的层次关系，构成完整的系列，便于组成地区的、国家的或全球的格网体系。

在建立城市地理信息系统时，通常采用直角坐标格网系统。它具有实地格网大小相等，便于将大比例尺解析测图仪生产作业的数据（采用平面直角坐标系）作为信息系统的数据源和便于同卫星图像、DTM 数据重叠匹配等优点。但采用高斯投影时，在分带边缘会产生许多不完整的网格，难以将分带计算产生的网格拼接在一个坐标系中。因此，若

一个城市区域跨带时需先进行换带计算，使整个城市纳入一个投影带（本带），然后再建立地理格网。

6.1.2 高程系统

空间点的高程是以大地水准面为基准来建立的。当前我们还不能唯一地确定大地水准面，各个国家或地区均选择一个平均海水面来代替它，以便建立国家或地区的高程系统。因此，采用不同的平均海水面作基准就会产生不同的高程系统。

6.1.2.1 国家高程系统

我国曾规定采用青岛验潮站求得的1956年黄海平均海水面，作为我国统一的高程基准。凡由该基准面起算的高程在工程和地形测量中均属于1956年黄海高程系统。

从1985年起，我国开始改用“1985年国家高程基准”，凡由该基准起算的高程在工程和地形测量中均属于1985年黄海高程系统。

1985年国家高程基准与1956年国家高程基准之水准原点间的转换关系为

$$H_{85}=H_{56}-0.029\text{m}$$

式中H_{85}，H_{56}分别表示新旧高程基准水准原点的正常高。

在建立城市地理信息系统时，若需采用不同高程基准的地形图或工程图作为基础数据时，应将高程系统全部统一到1985年国家高程基准。

6.1.2.2 局部高程系统

在缺少基本高程控制网的地区，不仅可建立独立平面直角坐标系，也可建立局部高程系统。凡不按1956年黄海平均海水面或1985年国家高程基准作为高程起算数据的高程系统均称为局部高程系统。

6.1.2.3 国家高程系统和局部高程系统的变换

在建立城市地理信息系统时，凡采用局部高程系统的空间数据都必须转换为85国家高程系统。

设局部高程系统的高程原点起算数据为$H_{局}$，与国家高程控制网联测的高程原点高程为$H_{联}$，高程原点的高程改正值为ΔH，则

$$\Delta H=H_{局}-H_{联}$$

只要将局部高程系统中各高程点的高程加上ΔH，便可将局部高程系统转换为国家高程系统。

6.2 WGS-84地心坐标系统及其与国家坐标系的转换

6.2.1 WGS-84地心坐标系的定义

WGS-84是美国国防部研制确定的，其几何定义为：原点在地球质心，Z轴指向BIH1984.0定义的协议地球极（CTP）方向，X轴指向BIH 1984.0的零子午面和CTP赤道交点，Y轴与Z，X轴构成右手坐标系。

6.2.2 WGS-84与国家大地坐标系的转换

GPS定位所得出的结果都属于WGS-84地心坐标系统。而在工程上实用的大多是国

家坐标系，或者是独立坐标系，而独立坐标系一般是在国家坐标系基础上形成的；因此，GPS 定位结果的使用中就有与国家坐标系间的坐标转换问题。

目前我国正在建立全国高精度 GPS 控制网，因而对大部分地区来讲，进行地区性 GPS 测量时，网中至少有一点可得到高精度 GPS 成果，以此作为全网的起算数据，以相对定位法可得到网点的高精度 WGS-84 坐标系的成果；利用坐标转换模型可求得 WGS-84 坐标系与国家坐标系之间的转换参数，进而得到国家坐标系成果。

另一种方法是进行 GPS 基线向量网的约束平差，将地面网中的坐标、边长和方位角作为 GPS 基线向量网的基准而直接得到平差后国家坐标系的成果。若希望坐标系统转换后，无论是在公共点上还是在非公共点上，其数值都与已有坐标系坐标值完全一致时，则可采用约束平差的方法，详细步骤可参考有关书目。

关于地心坐标系至国家坐标系的转换模型及基线向量网平差简介，见本章附录 3。

6.3 城市分区

根据城市管理、规划和决策的需要，在建立城市地理信息系统时，有必要将整个城市区域划分成若干种区域多边形，作为信息存贮、检索、分析和交换的控制单元。也可作为空间定位的统计单元，这就要求系统设计规定统一的区域多边形控制系统，并规定各种多边形区域的界线、名称、类型和代码。不同城市区域多边形的划分可以不同，划分原则应考虑各个城市原有的习惯和数据基础，常用的有按行政区划、经济活动性质、建筑群体、市政管理、自然界限等。

6.3.1 行政分区

据国家标准 GB 2260－91《中华人民共和国行政区划代码》规定，以县级（市辖区、地辖市、省直辖县级市、旗）为基本单元，包括县（市辖区、地辖市、省直辖县级市、旗）、地区（州、省辖市、盟）、省（自治区、中央直辖市）和国家四级，而且对县级以上的行政单元都进行了严格和科学的编码。县以下政区的代码可以根据国家标准 GB 10114－88《县以下行政区划代码编制规则》自行编制。

城市有大有小、规模和行政等级不一。就总体而言，一般地行政区划可分为市、区（县）、街道（乡）三级，亦可划分到居民委员会这一级。

6.3.2 城市管理分区

一个城市，尤其大城市是一个非常复杂的系统。由于城市管理严重地存在着条块分割、管理职能分工不够合理等问题，这就使得城市管理分区复杂化。一般而言，一个城市的管理包括：城市规划管理、城市建设管理、城市交通和邮电管理、城市公用事业管理、城市房地产管理、城市环境管理、城市经济建设管理、城市科教文与社会管理以及城市治安法制管理等。

6.3.2.1 市政管理分区

市政是指城市管理工作，包括工商业、交通、卫生、基本建设、文化教育等。除了城市行政分区外，市政管理分区可分为三大类：

城市建设类：城市规划分区、市政管网系统分区（包括：雨水系统分区、污水系统分区、煤气分区、热力系统分区、电信分区等）。

城市管理类：城市居民管理分区、交通管理分区、财政和税务分区、工商管理分区、粮食管理分区、医疗卫生分区等。

城市治安、安全类：派出所及治安组织管理分区、消防分区、防空分区等。

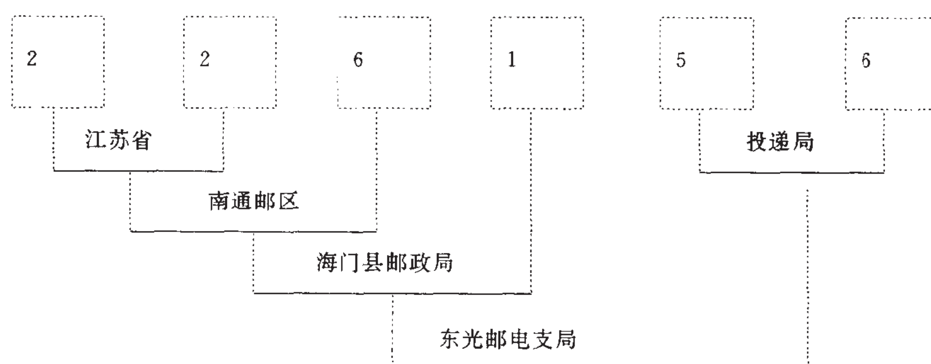
6.3.2.2 交通管理分区

城市交通管理实行交通大队、交通中队、交通支队三级管理。交通管理分区以交通大队、中队、支队所辖范围划分。

6.3.2.3 邮政分区

全国邮政分区，分为省、邮区、邮局、支局和投递局五级，并进行了全国统一编码。

我国邮政编码采用四级六位数编码结构，前两位数字表示省（直辖市、自治区）；前三位数字表示邮区；前四位数字表示县（市）；最后两位数字表示投递局（所）。例如：



对一个城市来说，一般是一个邮区，有一个或两个邮政局，下设支局和投递局。因此，城市邮政分区可按邮政区、邮电支局和投递局的管辖范围分区，并采用全国统一邮政编码。

6.3.2.4 环保分区

我国已建立了比较完整的环境保护机构，并正在进一步健全组织和职责。国务院设有国家环境保护局，科研部门有环境科学院和全国环境保护监测中心。

省、自治区、直辖市人民政府都设立了环境保护局，各局都有直属的环境保护研究所和环境保护监测站（或中心）。市、自治州、县、自治县人民政府都有环境保护局或环保办公室，负责检查督促所辖地区内各部门、各单位执行国家环境保护方法、政策和法律、法令；领导本地区的环境保护工作。

根据我国这样的环境保护管理体制，就一个城市而言，环保分区应以行政辖区和隶属关系为主。我国的城市有大有小，行政级别也不一致，每个城市的环保分区根据每个城市环境保护行政建制确定。

参考文献

[1] 朱华统．常用大地坐标系及其变换．解放军出版社，1990

[2] 杨启和．等角投影变换原理．测绘出版社，1987

[3] 吴忠性．地图投影．测绘出版社，1980

[4] 胡毓钜．地图投影．测绘出版社，1990
[5] 熊介．椭球大地测量学．解放军出版社，1988
[6] 三度带编写组．3°带高斯-克吕格坐标换带表．测绘出版社，1975
[7] 六度带编写组．6°带高斯-克吕格坐标换带表．测绘出版社，1975
[8] 刘歧、金良浚．城市管理学．浙江教育出版社，1991
[9] 董鸿闻、范薇．大地坐标系变更时已有地形图的处理问题．测绘通报，(2)，1985
[10] 陈士银．新旧地形图转换方法和需注意的问题．测绘通报，(2)，1991
[11] GB 2260—95 中华人民共和国行政区划代码．中国标准出版社，1995
[12] GB 12409—90 地理格网．中国标准出版社，1990
[13] 中国邮政编码地图集．哈尔滨地图出版社．1988
[14] 刘基余等．全球定位系统原理及其应用．武汉测绘科技大学出版社，1992

附录1　80坐标系和54坐标系的换算

80坐标系起动后，由于椭球参数、定位和定向的变化，必然引起地形图的图廓线、方里线位置以及地形图内地形、地物相关位置的改变。为此，在建立城市地理信息系统时，若同时使用根据两种坐标系测制的地形图的情况下，一定要涉及到54坐标系向80坐标系转换问题。

1. 转换的原理和方法

大地坐标系变更后，国家基本系列地形图的变更和处理，必须在高斯平面内进行。由于新旧椭球参数不同，参心所在位置也不同，反映在高斯平面上，在同一个投影带里，它们的纵横坐标轴不重合，因此，地面上某一点经过不同椭球面而投影到高斯平面上，它距两系统坐标轴之距离是不等的，在 X 轴和 Y 轴上必定都有一个差值。所谓将旧图转换为新系统地形图，就是在一幅旧图上求出测图控制点的新旧坐标系统之高斯平面坐标的差值，我们称之为改正量。改正量的计算是分三步来完成的。

1）两坐标系统的坐标转换

某一点的坐标系统转换可以通过下列步骤完成：

(1) 大地坐标转换按下式计算

$$dB=-\frac{\Delta X}{M}\sin B\cos L-\frac{\Delta Y}{M}\sin B\sin L+\frac{\Delta Z}{M}\cos B+\frac{1}{M}\left[\frac{e^2}{W}\Delta\alpha+\frac{N}{2W^2}\left(2-e^2\sin^2 B\right)\Delta e\right]\times\sin B\cos B$$

$$dL=-\frac{1}{N\cos B}\left(\Delta X\sin L-\Delta Y\cos L\right)$$

式中，$\Delta\alpha$、Δe^2分别为 IAG-75 椭球与克拉索夫斯基椭球长半径、第一偏心率平方之差。

$W=\sqrt{1-e^2\sin^2 B}$，$M=\frac{\alpha\left(1-e^2\right)}{W^3}$，$N=\frac{\alpha}{W}$

α，e 分别为克氏椭球的长半径和第一偏心率。

L，B 为这个点的大地经纬度。

ΔX，ΔY，ΔZ 为两椭球参心的差值。

则这个点在1980国家大地坐标系中的大地坐标为

$$B_{80}=B_{54}+dB$$
$$L_{80}=L_{54}+dL$$

(2) 根据 B_{80}，L_{80}采用高斯投影正算公式计算 X_{80}，Y_{80}并与 X_{54}，Y_{54}相减得到这个点的转换改正量：

$$DX_1=X_{80}-X_{54}$$
$$DY_1=Y_{80}-Y_{54}$$

2）平差改正量的计算

1954年北京坐标系所提供的大地点成果没有经过整体平差，而新坐标系提供的大地

点成果是经过整体平差的数据，所以新旧系统转换还要考虑平差改正量的问题。在我国中部某些地区，平差改正量在 1m 以下，而在东北地区的某些图幅则在 10m 以上。在实际计算中，我们是在全国范围内选择了几千个一、二等大地点，分别计算它们平差前后的坐标差值，并根据这些差值和它们的大地坐标，在全国分幅图上分别绘制两张平差改正量分布图（即 DX、DY 分布图），在分布图上可以直接内插出任何图幅内所求点的平差改正量。

3）总改正量的计算

根据转换改正量和平差改正量按下列公式计算总改正量：

$$DX = DX_1 + DX_2$$

$$DY = DY_1 + DY_2$$

式中，DX_1，DY_1 为新旧坐标系的转换改正量，DX_2，DY_2 为控制点经整体平差后的平差改正量。

根据理论推导，在同一个投影带内，特别是在同一个图幅内的所有控制点，它们转换前后的相对位置应基本不变。根据这一性质，每幅图只要计算一个控制点的高斯平面坐标改正量，其值（DX，DY）就可以作为这个图幅的改正量。

在实际转换计算中，我们不是真正计算图幅内的大地控制点，而是计算图幅内的一个特征点，即计算图幅左下角图廓点位置（经纬度已知）的改正量，作为全图幅的坐标改正量。

根据已计算好的平面坐标改正量，在旧地图上移动公里网线。在我国境内，坐标改正量 DX，DY 均为负值，故只要将公里网线北移 $|DX/M|$mm、东移 $|DY/M|$mm（M 为比例尺分母），则移动后的公里网线就是新系统图幅的公里网线。然后以新建立的公里网线为准，根据新图廓坐标值展刺新图廓点（国家测绘局数据中心已编好 1：10 万、1：5 万、1：2.5 万、1：1 万、1：5 千新图廓坐标表，以供使用），连接四个图廓点，则这幅图就可以视为 1980 国家大地坐标系地形图。

2. 实际作业过程中应注意的几个问题

(1) 椭球参数的变更，新图廓线将发生变化，但在我国境内，1 度经线弧长变小值不超过 1.9m，1 度纬线弧长变小值不超过 1.8m，这对任何一种比例尺地形图来说，其变小量都小于图上 0.1mm，这种变化是可以忽略的。因此，新旧图幅每条图廓边可以认为相等，形状相同，面积可以视为相等，其新旧图幅变化，也只是以四条图廓边作为一个整体在高斯平面内作上下左右相对移动。只要展出一个图廓点，其它三个点就很容易确定其位置。

但是图廓点的移动量与公里网线的移动量是不一样的，移动的方向有时也不同，这是由新旧图廓点的坐标值不等而引起的，其移动量由下列公式确定：

$$dX = DX + (X_{旧图廓} - X_{新图廓})$$

$$dY = DY + (Y_{旧图廓} - Y_{新图廓})$$

式中，DX、DY 为公里网线移动值：

$dX > 0$ 新图廓点相对于旧图廓点南移 $|dX|$m；

$dX < 0$ 新图廓点相对于旧图廓点北移 $|dX|$m；

$dY>0$ 新图廓点相对于旧图廓点西移$|dY|$m；

$dY<0$ 新图廓点相对于旧图廓点东移$|dY|$m；

这种计算方法展刺图廓点与上面讲的用新公里网线展刺新图廓点的点位是相同的。

（2）由于空气的湿度变化，引起图纸收缩程度不同，而在用新公里网线和新图廓点坐标展刺图廓点的过程中，因新旧图廓点相对变化量很小，有时很容易使其相对位置发生错乱，为此，我们给出以下规律：

①在 Y 轴方向上，新图廓点总是落在旧图廓点的东边（与公里网线移动方向一致）。

②在 X 轴方向上，新图廓点偏离旧图廓点的方向见下表：

L	78°～84°	24°～90°	90°～96°	96°～102°	102°～108°	108°～114°	114°～120°
$B°$	42°	38°	35°	33°	31°	28°	27°

表中：L 表示经度范围，$B°$表示纬度。在表列经度范围内，纬度 $B°$以南的图幅，新图廓点落在旧图廓点的北边；$B°$以北的图幅，新图廓点落在旧图廓点的南边。表中的数字可以作为用户在展刺图廓点时的参考。

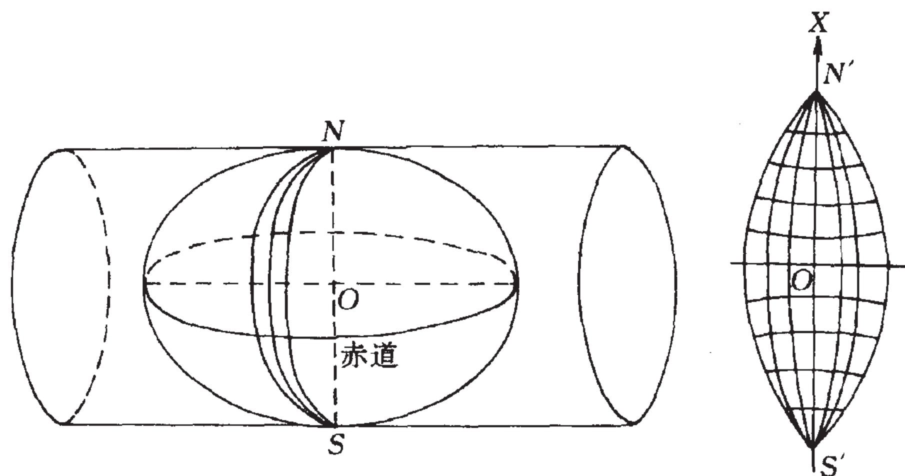
③在编制的高斯平面坐标改正量用表中，只能用于 6 度带的地形图，而对于 3 度带和 6 度带中央子午线不重合的那些投影带的图幅的高斯平面坐标改正量是不一样的。为此，国家测绘局数据中心专门编制了一套用于 3 度带的软件供用户使用。

附录 2　高斯投影公式

1. 高斯投影的坐标公式

从几何方面来说，这种投影是假设有一个椭圆柱面套在地球椭球的外面，并与某一子午线相切(此子午线叫中央子午线或中央经线)，椭圆柱的中心轴通过地球椭球的中心，然后用等角条件将中央子午线东西两侧各一定经差范围内的地区投影到圆柱面上，并将此柱面展成平面，即得本投影。

投影结果，中央经线和赤道投影都成直线。若以中央经线的投影作纵坐标轴（Z），赤道投影作为横坐标轴（Y），两投影的交点为坐标原点（O），即形成等角横切圆柱投影的坐标系（附图 2-1)，在这个坐标系中便可建立地球椭球面和投影面上点与点之间的函数关系。



附图 2-1　等角横切椭圆柱投影示意图

从数学分析的角度说，高斯投影坐标公式是按下面三个条件推导出来的：一是中央经线和赤道被投影为互相垂直的直线，且为投影的对称轴；二是投影后无角度变形；三是中央经线投影后保持长度不变。我国采用的是将中央子午线左右各 3°或 1.5°划分为一带，称为“六度带”和“三度带”。各带均按投影的三个条件进行投影。因此各带均有各自的坐标轴和坐标原点。

高斯-克吕格投影六度带，自 0°子午线起每隔经差 6°自西向东分带，依此编号 1，2，3，…，设带号为 n，中央子午线的经度为 L_0，则

$$L^{\circ}_0 = 6^{\circ} \cdot n - 3^{\circ} \tag{2-1}$$

反之，六度带的带号也可写为

$$n = \frac{1}{6^{\circ}}\left(L^{\circ}_0 + 3^{\circ} \right) \tag{2-2}$$

三度带是在六度带的基础上分带的。它的中央子午线一部分同六度带的中央子午线

重合，一部分同六度带的分带子午线重合。有关规范中没有规定统一的编号。现仍用 1，2，3，……编号，并在带号前注以三度带以示区别。自 1.5°子午线起每隔经差 3°自西向东分带，依此编号 1，2，3，……，设带号为 n'，中央子午线的经度为

$$L°_0 = 3°n' \tag{2-3}$$

六度带和三度带的编号如附图 2-2 所示。

为了避免横坐标 y 出现负值，规定将 y 值加上 500 000m；又为了区别各带坐标的不同，规定在 y 值（已加 500 000m）的前面冠以带号 n（相当于对 y 值加上 $n\times$1000 000m），并以符号 y 假定表示。例如，在六度带第 20 带中，y=-200.25m，则假定 y=20×1000 000 ＋500 000 ＋（-200.25）m＝20 499 799.75m，大地点成果表中给出的均是 y 假定值。在实际计算时，则要去掉带号（相当于 y 假定值中减去 $n\times$1000 000m），减去 500000m，恢复原来的数值，常称它为“自然值”。至于纵坐标 x 值，无论在那一带都是由赤道起算的自然值。

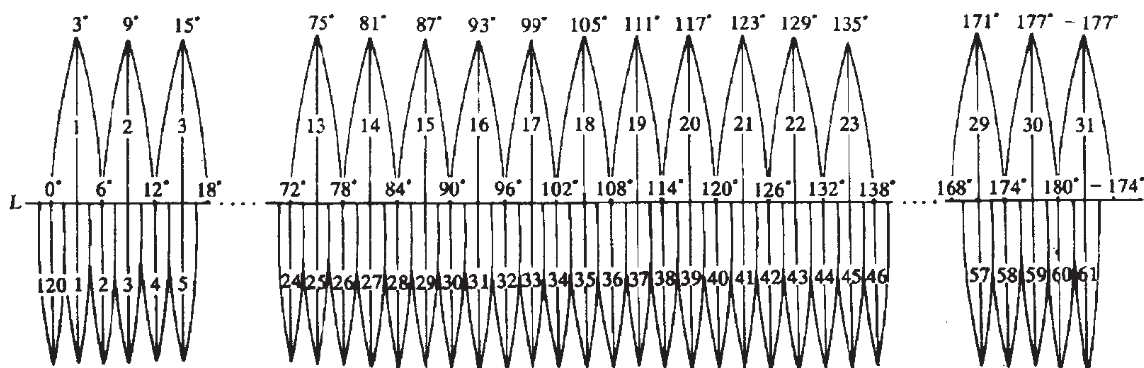


图 2-2　经差 6°分带与经差 3°分带中央经线与带号的关系图

1）高斯投影的正算公式

高斯投影的正算公式是已知（L，B）求（x，y）的公式。按上述三个条件导出的正算公式是：

$$\begin{cases} l'' = (L-L_0)'' \\ x = X + \dfrac{N}{2\rho''^2}\sin B \cdot \cos B \cdot l'' + \dfrac{N}{24\rho''^2}\sin B \cdot \cos^3 B \cdot (5-t^2+9\eta^2+4\eta^4) \cdot l''^4 + \\ \quad + \dfrac{N}{720\rho''^6}\sin B \cdot \cos^5 B * (61-58t^2+t^4) \cdot l''^6 \\ y = \dfrac{N}{\rho''}\cos B \cdot l'' + \dfrac{N}{6\rho''^3}\cos^3 B \cdot (1-t^2+\eta^2) \cdot l''^3 + \\ \quad + \dfrac{N}{120\rho''^2}\cos^2 B \cdot (5-18t^2+t^4+14\eta^2-58\eta^2 \cdot t^2) \cdot l''^5 \end{cases} \tag{2-4}$$

式（2-4）换算精度为 0.001m。式中 $\eta = e'\cos B$，$t=\mathrm{tg}B$，$x=(N+h)\cos B\cos L$. $\rho''=206264.81''$。L_0 为中央子午线经度，根据 L 所在的带由（2-1）式得出。

2）高斯投影的反算公式

高斯投影的反算公式是已知（x，y）求（B，L）的公式。按上述三个条件可以导出反算公式：

$$
\begin{cases}
B=B_f-\dfrac{t_f}{2M_fN_f}y^2+\dfrac{t_f}{24M_fN_f^3}(5+3t_f^2+\eta_f^2-9t_f^2\eta_f^2)y^4- \\
\quad -\dfrac{t_f}{720M_fN_f^5}\times(61+90t_f^2+45t_f^4)y^6 \\
l=\dfrac{1}{N_f\cos B_f}y-\dfrac{1}{6N_f^3\cos B_f}(1+2t_f^2+\eta_f^2)y^3+ \\
\quad +\dfrac{1}{120N_f^5\cos B_f}\times(5+28t_f^2+24t_f^4+6\eta_f^2+8t_f^2\eta_f^2)y^5 \\
L=L_0+l
\end{cases}
\tag{2-5}
$$

式（2-5）换算精度为0.0001″。式中：

$\eta_f=e'\cos B_f$，$t_f=\tan B_f$；

$N_f=\dfrac{a}{W_f}=\dfrac{c}{V_f}$，$M_f=\dfrac{a(1-e^2)}{W_f^3}=\dfrac{c}{V_f^3}$，

$W_f=\sqrt{1-e^2\sin^2B_f}$，$V_f=\sqrt{1+e'^2\mathrm{con}^2B_f}=\sqrt{1+\eta_f^2}$，

B_f为底点纬度，系以$x=X$（自赤道起算的子午线弧长，这里X即为X_f）所对应的大地纬度，由子午线弧长反解公式算得。

式（2-5）均以弧度为单位表示，计算时根据需要化成度、分、秒单位，如以度为单位，等号右端均应乘以（180 /π）。

2. 平面子午线收敛角

如图2-3，$P_1'P_2'$为椭球面上大地线P_1P_2的投影曲线，$P_1'N'$为P_1点的子午线的投影曲线，过P_1'作直线$P_1'L$平行于纵坐标轴ox，这个方向称为坐标北方向，以区别于真北方向$P_1'N'$。

$P_1'N'$曲线与$P_1'L$直线的交角称为在P_1'点的平面子午线收敛角，以γ_1表示。$P_1'L$与$P_1'P_2'$弦的夹角叫做过P_1'点的$P_1'P_2'$的平面坐标方位角，以$T_{1,2}$表示。$P_1'N'$与$P_1'P_2'$投影曲线的夹角，鉴于是正形投影，仍为大地方位角$A_{1,2}$。

由附图2-3可得

$$T_{1,2}=A_{1,2}-\gamma_1-\delta_{1,2} \tag{2-6}$$

为照顾一般计算的习惯（对于微小的改正数都取代数和的办法），可将上式写成

$$T_{1,2}=A_{1,2}-\gamma_1+\delta_{1,2} \tag{2-7}$$

这里$\delta_{1,2}$相差一个符号，在方向改正公式中已予以顾及。

$$T_{1,2}=\arctan\frac{Y_2-Y_1}{X_2-X_1} \tag{2-8}$$

式（2-7）即为两面坐标方位角和大地方位角间互相换算的关系式。

平面子午线收敛角可以由（L，B）或（x，y）采用不同的公式计算，误差小于0.001″的公式是：

① 由L，B计算

$$\gamma''=l''\sin B\cdot\left[1+\frac{l''^2\cos^2B}{3\rho''^2}(1+3\eta^2+\eta^4)+\frac{l''^4\cos^4B}{15\rho''^4}(2-t^2)\right] \tag{2-9}$$

式中，$l''=(L-L_0)''$，$\eta=e'\cos B$，$t=\tan B$。

② 由 x，y 计算

$$\gamma''=\frac{\rho''Y}{N_f}t_f-\frac{\rho''Y^3}{3N_f^3}t_f\left(1+t_f^2-\eta_f^2-2\eta_f^4\right)+\frac{\rho''Y^5}{15N_f^5}t_f\left(2+5t_f-4t_f^2+3t_f^4\right)\tag{2-10}$$

式中：

$$N_f=\frac{a}{\sqrt{1-e^2\sin^2B_f}}=\frac{c}{\sqrt{1+e'^2\cos^2B_f}}$$

$\eta_f=e'\cos B_f$，$t_f=\tan B_f$。

其中 B_f 为 P_1 点纬度，计算方法见高斯投影反算公式。

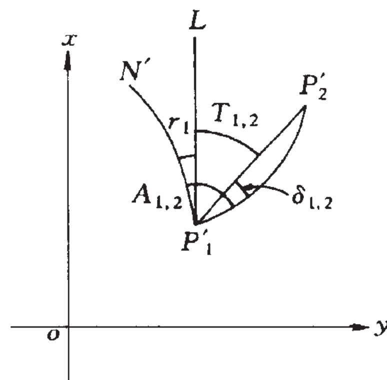


图 2-3　子午线收敛角计算示意图

3. 高斯投影的换带

在高斯投影中，平面直角坐标系是分带建立的，即每个带分别建立自己的坐标系，且各带坐标系相互独立。因此，当城市信息系统覆盖范围跨越不同带时，应以一个带为主，将相邻带的坐标换算成本带的坐标。这就是换带问题。

① 直接换带

$$x_1,\ y_1\rightarrow L,\ B\rightarrow x_2,\ y_2$$

②间接换带

$$\begin{cases}x_2=x_1+(m+m_1\Delta y_1)\ \Delta y_1+\delta_x\\ \quad =x_1+\{m\cdot+(m_1+m_2\Delta y_1)\ \Delta y_1\}\ \Delta y_1+\sigma_x\\ \pm y_2=y_0+(n+n_1\Delta y_1)\ \Delta y_1+\delta_y\\ \quad =y_0+\{n\cdot+(n_1+n_2\Delta y_1)\ \Delta y_1\}\ \Delta y_1+\sigma_y\end{cases}\tag{2-11}$$

y_0 永为正值，y_1 采用其在坐标系中应有之符号：

由$\frac{西}{东}$带换至$\frac{东}{西}$带时，采用$\pm y_2$，$\Delta y_1=\pm y_1-y_0$

$$\begin{cases}\delta_x=m_2\Delta y_1^3+m^3\Delta y_1^4 \qquad \sigma_x=m^3\Delta y_1^4\\ \delta_y=n^2\Delta y_1^3+n^3\Delta y_1^4 \qquad \sigma_y=n^3\Delta y_1^4\end{cases}\tag{2-12}$$

式（2-11）中包含 δ 之式应用较简，但若 Δy_1 大于 80km，且欲保持 1mm 之精度时，则须应用其 σ 式。

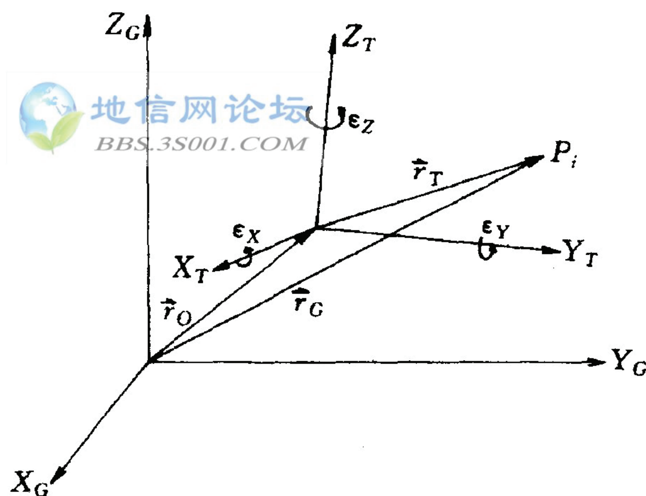
式（2-11）和（2-12）中之 y_0，m，n，m_1，n_1，m_2，n_2，δ_x，δ_y，σ_x，σ_y命名为“换带常数”，可按一定间隔之整数 x_0 与分带子午线之经差 l_0 编算为表，这就成为“$(2l_0)$°带换带表”。“3°带换带表”按 x_0＝偶数公里与 $l_0=1.5$°编成。这种“3°带换带表”，可供下列四种坐标换带之用：①3°-3°带，②3°-6°带，③6°- 3°带，④6°-6°带。但第④种换带中，需要两次 3°带之换带计算，工作量加倍，误差亦大，因此另编有“6°带换带表”，专供这种换带之用。

在应用时，根据需要查阅《3°带高斯-克吕格坐标换带表和 6°带高斯-克吕格坐标换算表》（测绘出版社，1975），得到换带常数，然后用式（2-11）把邻带的图幅角点和大地控制点的坐标转换为本带坐标，每幅图的内容可以这些点作为控制建立仿射变换方程进行变换。

附录 3　地心坐标系至国家坐标系的转换模型及基线向量网平差简介

1. 转换方法

利用相似变换模型可实现地心坐标系至国家坐标系的转换(如附图 3-1)。设 X_G,Y_G,Z_G 表示地心坐标的三坐标轴,X_T,Y_T,Z_T 表示国家坐标系三个坐标轴。表示两坐标系原点平移向量,属地心坐标系统,指向为地心至国家坐标参考中心。P_i 为地面任意点,和分别是 P_i 在国家坐标系和地心坐标系的位置向量。ε_X,ε_Y,ε_Z 是两坐标系三个轴向旋转至完全平行时,分别绕 X_T,Y_T,Z_T 轴的旋转角(附图 3-1)。



附图 3-1　地心坐标系与国家坐标系的关系

由 T(国家坐标系中)转换至 G 时有关系式

$$\vec{\gamma}_G=\vec{\gamma}_0+(1+du)\,(R(\varepsilon_x)\,R(\varepsilon_y)\,R(\varepsilon_z)\,\vec{\gamma}_T \tag{3-1}$$

其中,du 表示尺度差异,$R(\varepsilon_i)$ $(i=X,Y,Z)$ 表示旋转变换矩阵。由于 ε_i是微小角,上述三个旋转变换之积略去高次项以及 ε 与 du 相乘的二阶小量后,可得到向量变换的线性展开式:

$$\begin{bmatrix}x_i\\y_i\\z_i\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\Delta x_0\\\Delta y_0\\\Delta z_0\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}x_i\\y_i\\z_i\end{bmatrix}du+\begin{bmatrix}0&-z_i&y_i\\z_8&0&-x_i\\-y_i&x_i&0\end{bmatrix}_T\begin{bmatrix}\varepsilon_y\\\varepsilon_y\\\varepsilon_z\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}x_i\\y_i\\z_i\end{bmatrix}_T \tag{3-2}$$

式中 $\gamma_0=[\Delta X_0\ \Delta Y_0\ \Delta Z_0]^T$ 为平移转换参数;du 为尺度转换参数;$[\varepsilon_x\ \varepsilon_y\ \varepsilon_z]^T$ 为旋转转换参数。

式(3-2)可改写为

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x_i & 0 & -z_i & -y_i \\ 0 & 1 & 0 & y_i & Z_i & 0 & -x_i \\ 0 & 0 & 1 & z_i & -y_i & x_i & 0 \end{bmatrix}_T \begin{bmatrix} \Delta x_0 \\ \Delta y_0 \\ \Delta z_0 \\ du \\ \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_T \tag{3-3}$$

上式即为坐标系转换的实用公式。亦称七参数坐标转换模型或相似变换模型。

若用式（3-3）将地心坐标系（WGS-84）的控制点转换至国家坐标系，则可用以下转换式：

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x_i & 0 & -z_i & y_i \\ 0 & 1 & 0 & y_i & Z_i & 0 & -x_i \\ 0 & 0 & 1 & z_i & -y_i & x_i & 0 \end{bmatrix}_G \begin{bmatrix} -\Delta x_0 \\ -\Delta y_0 \\ -\Delta z_0 \\ -du \\ -\varepsilon_x \\ -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_G \tag{3-4}$$

上式为单个控制点的坐标转换模型。

对于基线向量进行转换，由于基线向量为两端点的坐标差，即 $b_{i,j} = [\Delta X_{i,j}\ \Delta Y_{i,j}\ \Delta Z_{i,j}]^T$

$$\begin{bmatrix} \Delta x_{ij} \\ \Delta y_{ij} \\ \Delta z_{ij} \end{bmatrix}_T = \begin{bmatrix} \Delta x_{ij} & 0 & -\Delta z_{ij} & \Delta y_{ij} \\ \Delta y_{ij} & \Delta z_{ij} & 0 & -\Delta x_{ij} \\ \Delta z_{ij} & -\Delta y_{ij} & \Delta x_{ij} & 0 \end{bmatrix}_G \begin{bmatrix} -du \\ -\varepsilon_x \\ -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x_{ij} \\ \Delta y_{ij} \\ \Delta z_{ij} \end{bmatrix}_G \tag{3-5}$$

对于相对定位结果来说，只要经过旋转和尺度伸缩，就能实现坐标系的转换，平移变换已失去意义。

2. 转换参数的确定

当已知七个转换参数时，利用（3-3），（3-4）两式可对不同坐标系的控制点作三维坐标转换。反之，若在若干点上同时知道这些点在两个坐标系中的坐标，我们就可用这些点在两个坐标系中的坐标值确定两系统间的七个转换参数。这些点称为公共点。用最小二乘法求定这七个转换参数时，至少需要知道三个这样的公共点。

具体确定转换参数的算法有以下两种：

（1）视公共点上两种坐标系统坐标是等权的，令 L_i 为公共点上两坐标系统坐标分量差，即

$$L_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_G - \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_T$$

式（3-3）可写为：

$$L_i = B_i Y$$

$$Y = [\Delta X_0 \quad \Delta Y_0 \quad \Delta Z_0 \quad du \quad \varepsilon_X \quad \varepsilon_Y \quad \varepsilon_Z]^T$$

假定 L_i 为观测量，则上式为间接平差模型，其误差方程为

$$V_i = B_i \hat{Y} - L_i \quad (i=1, 2, \cdots\cdots, n) \tag{3-6}$$

n 为公共点个数，所有误差方程记为：

$$V = B\hat{Y} - L$$

利用最小二乘法得转换参数：

$$\hat{Y} = (B^T B)^{-1} B^T L \tag{3-7}$$

（2）顾及到公共点上两套坐标各自的精度信息，确定其相应的权矩阵，进而确定转换参数。若设

$$\sum\nolimits_{iG} = \begin{bmatrix} \sigma_{xi}^2 & \sigma_{x_i y_i} & \sigma_{x_i z_i} \\ \sigma_{yixi} & \sigma_{yi}^2 & \sigma_{y_i z_i} \\ \sigma_{z_i x_i} & \sigma_{ziyi} & \sigma_{zi}^2 \end{bmatrix}_G$$

$$\sum\nolimits_{iT} = \begin{bmatrix} \sigma_{xi}^2 & \sigma_{x_i y_i} & \sigma_{x_i z_i} \\ \sigma_{yixi} & \sigma_{yi}^2 & \sigma_{y_i z_i} \\ \sigma_{z_i x_i} & \sigma_{ziyi} & \sigma_{zi}^2 \end{bmatrix}_T$$

分别表示 i 点地心坐标和国家坐标的方差协方差阵，则 L_i 的方差协方差阵为

$$\sum\nolimits_{Li} = \sum\nolimits_{iG} + \sum\nolimits_{iT} \tag{3-8}$$

由上式，L_i 的权矩阵为

$$P_{Li} = \sum\nolimits_{Li}^{-1} \quad (\text{设 } \sigma_0^2 = 1)$$

$$\hat{Y} = (B^T P B)^{-1} B^T P L \tag{3-9}$$

式（3-7）用于精度要求不很高或公共点两套坐标的精度信息不很清楚的情况；（3-9）式用于精度要求很高且两套坐标精度信息完全清楚的情况。

采用式（3-7）或（3-9）确定转换参数的精度可用下式表示：

$$\sigma_{\hat{Y}}^2 = \hat{\sigma}_0^2 \, (B^T P B)^{-1} \tag{3-10}$$

$$\hat{\sigma}_0^2 = V^T P V / (3n-7)$$

对于式（3-7），上式中的 $P = E$ 。

3. 转换参数确定中的注意事项

（1）当平移参数单位用米，尺度参数用 10^{-6}m，旋转角参数单位用秒时，系数矩阵 B_i 有下式：

$$B_i = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & X_i \cdot 10^{-6} & 0 & -Z_i/\rho & Y_i/\rho \\ 0 & 1 & 0 & Y_i \cdot 10^{-6} & Z_i/\rho & 0 & X_i/\rho \\ 1 & 0 & 1 & Z_i \cdot 10^{-6} & -Y_i/\rho & X_i/\rho & 0 \end{bmatrix}$$

其中 $\rho = 206265$。

（2）由式（3-10）知，最后的转换参数精度取决于两个因素：其一是两套坐标本身的

精度。目前GPS精度对于相对定位是厘米级，不大范围内的国家坐标系相对精度也是厘米级，此时$\hat{\sigma}_0^2$一般也在厘米级。它对σ_Y^2的影响也在厘米级。其二是确定转换参数的法方程系数阵的逆阵，即$(B^{\mathrm{T}}PB)^{-1}$。主要取决于系数阵B，而B取决于公共点的几何分布。范围太小的公共点分布，由于B矩阵的性状差而无足够的几何条件来确定七个转换参数。例如对于一个城市网或矿区网，通常只有条件确定三个平移参数；或有条件确定三个平移和一个尺度参数；最好的情况除上述四个参数外，再确定一个旋转参数，即五个转换参数。

对小区域来说，在几何条件不足的情况下，微小量级的转换参数的求定可信性可依统计假设检验。若

$$\hat{Y}_i/\sigma_{\hat{y}_i} \geqslant 2$$

我们就认为$\hat{Y}_i$具有95%的置信水平被认为是显著的，否则是不显著的。不显著的转换参数应强制其为零，即在B_i中删掉该参数对应的系数列，按式（3-7）或（3-9）重新确定其余的转换参数，直到剩下的所有转换参数经检验都是显著的为止。

(3) 用相对定位建立的GPS网，其WGS-84系中的绝对坐标通常是采用一个点的已知WGS-84坐标确定的，若此点的坐标精度很高，则用这个GPS网确定的平移参数精度也将很高，反之，相应平移参数精度亦低。

与这一GPS网无联测关系的其他GPS网，若起算点坐标不是该网所属控制点的坐标，则不能使用该网确定的这套转换参数进行坐标转换。

(4) 按式（3-7）或式（3-9）求定的七个，或者三个、四个、五个一组的被认为是显著的转换参数，必须整套整套地使用。若想用一个较简单的模型（如三参数）进行坐标系转换，则这些参数也必须是用同一模型（如三个参数）按式（3-7）或式（3-9）式确定。

(5) 按式（3-7）或式（3-9）式确定的转换参数，在用其进行转换时，无论在公共点上还是在非公共点上，只能保证转换后的坐标与已有坐标系的坐标在公共点区域内，平均来说，差异最小，但仍有间隙。

4. 基线向量网平差简介

由基线向量组成的网为GPS基线向量网。GPS基线向量网平差是以GPS基线向量为观测值，以其方差阵之逆阵为权，进行平差计算求定各GPS网点的坐标，并进行精度评定。

GPS基线向量网的平差可分为三类：

一是无约束平差，主要为考察网内本身的符合精度及有无明显粗差，同时也为正高的求定提供大地高程数据。

二是约束平差，即以国家大地坐标系或地方坐标系的某些点的坐标、边长和方位角为约束条件，考虑GPS网与地面网之间的转换参数进行平差计算。

三是联合平差，即除了GPS基线向量观测值和约束数据外，还有地面常规测量值如边长、方向、高差等，将这些数据一并进行平差。

后两类平差完成后网点坐标已属于国家大地坐标系或地方坐标系，它们是解决*GPS*网成果转换的有效手段。

第七章 城市地理信息的内容和分类编码

城市地理信息是城市中一切与地理空间分布有关的各种要素的图形信息、属性信息以及相互空间关系信息的总称。所谓要素是指存在于城市地理空间范围内的真实世界的具有共同特性和关系的一组现象或一个确定的实体及其目标的表示。

图形信息是以数字形式表示的存在于地理空间实体的位置和形状，按其几何特征可以抽象地分为点、线、面和体四种类型。

属性信息是指目标或实体的特定的质量或数量特征。赋给每个目标或实体的这种质量或数量称之为属性值。

空间关系是指各个实体或目标之间在空间上相互联系和相互制约的关系，包括位置关系、几何关系、拓扑关系、逻辑关系等。

本章重点阐述城市地理信息的内容，并按一定的规则对其进行分类和编码，以便对城市地理信息进行有效地存贮、管理和检索。

7.1 城市地理信息分类编码的意义

7.1.1 城市地理信息的内容和特性

城市地理信息的内容十分广泛，大体上可以分为两类：

(1) 基础信息。这类信息是城市最基本的地理信息，包括各种平面和高程测量控制点、建筑物、道路、水系、境界、地形、植被、地名以及某些属性信息等，用于表示城市的基本面貌，并作为各种专题信息空间定位的载体。城市地理信息系统的基础信息具有统一性、精确性和基础性的特点。统一性是指就一个城市而言，基础信息由主管部门集中统一采集，建立数据库，提供使用。城市地理信息系统各个专题信息子系统应当采用统一的基础信息作为空间定位基础，以实现系统间信息共享和交换。精确性是指基础信息数据的精度应能满足城市各种用户的需求，无论其平面位置精度还是高程精度均应符合测绘精度规定。基础性是指基础信息是城市地理信息系统的各种专题数据库最基本的内容，基础信息数据库是城市地理信息系统的基础设施，应当优先于其他专题信息进行建设。

(2) 专题信息。这类信息是指各种专业性的城市地理信息，包括城市规划、土地管理、交通、综合管网、房产、地籍和环境保护等，用于表示城市某一专业领域要素的地理空间分布及其规律。城市地理信息系统的专题信息具有专业性、统计性和空间性的特点。专业性是相对于基础信息的统一性而言的，即专题信息无论是内容还是应用范围，都有一定的特殊性。统计性是指专题信息大多采用统计的方法进行采集和记录，且许多专题信息已经建成了统计型的数据库。空间性是指各种专题信息都是在地理空间分布的，与空间位置有一定的关联，它们可以借助于基础信息确定其空间位置，进行空间分析，并在此基础上进一步确定不同专题信息之间相互联系和相互制约的空间关系。

此外，基础信息和专题信息都具有时效性特点。无论何种城市地理信息都只反映某一特定时间的城市地理现象，随着时间的推移，这些信息将会逐渐失去其现势性。尤其是当前我国城市社会经济建设迅猛发展，城市面貌日新月异，城市地理信息的时效性更加显著，需要对它们进行长期的维护和及时的更新。

7.1.2 城市地理信息分类编码的重要性

城市地理信息种类繁多，内容丰富，涉及诸多领域，如何将它们有机地进行组织，有效地进行存贮、管理和检索应用，是一件十分重要的工作，它直接影响数据库乃至整个城市地理信息系统的应用效率。只有将城市地理信息按一定的规律进行分类和编码，使其有序地存入计算机，才能对它们进行按类别存贮，按类别和代码进行检索，以满足各种应用分析需求。否则，这些信息进入数据库后，将会成为一堆杂乱无章的数据，或者无法查找，或者检索出的数据与需求不一致，甚至可能使数据库完全失去使用价值。因此，城市地理信息分类与编码是一项十分重要的基础工作。

7.2 城市地理信息的分类和编码

7.2.1 城市地理信息分类和编码原则

城市地理信息按下列原则进行分类和编码：

(1) 科学性。城市地理信息的分类应以适合现代计算机、地理信息系统和数据库技术对数据进行处理、管理和应用为目标，根据城市地理信息特征进行严密的科学分类。

(2) 系统性。城市地理信息分类应按合理的顺序排列，形成系统的、有机的整体，各类目既反映相互间的区别，又反映彼此间的联系。

(3) 稳定性。城市地理信息分类应以我国使用多年的基础信息和各种专题信息常规分类为基础。以各要素最稳定属性或特征为依据制定出的分类方案以及与之相对应的编码方案，应在较长时间里不发生重大变更。代码数值必须稳定，一旦确定就不再变更。

(4) 不受比例尺限制。鉴于目前城市地理信息系统空间数据库一般仍然要按比例尺建成几级，城市地理信息特别是基础信息的分类和代码应当包容各级比例尺数据库所涉及的全部要素。在不同比例尺数据库中，分类的详尽程度可以有差异，但应形成上下层间的隶属关系，同一要素具有一致的分类和代码，以达到分类与编码的一致性，从而大大简化城市各部门间、各系统间交换城市地理信息工作。然而这一原则并不否定不同比例尺数据库间存贮城市地理信息详尽程度和精度的差异。

(5) 兼容性。在进行城市地理信息分类和编码时，凡已经颁布实施的有关国家标准均应直接引用，还应充分引用有关行业标准及各城市颁布实施的有关地方标准，参考正在研究和制定的国家、行业及地方相关标准的成果，求得最大限度地兼容和协调一致。

(6) 完整性和可扩展性。城市地理信息的分类体系在总体上应具有很大的概括性和包容性，能容纳城市地理信息系统各专业领域现有的和将来可能产生的所有信息。分类既反映要素的属性，又反映要素间的相互关系，具有完整性。设计代码结构和进行具体编码时应留有适当的余地和给出扩充办法，以便在必要时扩充新的类别的代码，且不影

响已有的分类和代码。

（7）适用性。城市地理信息的分类和编码方案要便于使用，分类名称应尽量沿用各专业习惯名称，应不会发生概念混淆和二义性。代码应尽可能简短和便于记忆。

（8）灵活性。鉴于国内一些城市在其已建或正在建设的系统中采用了各自的分类和编码方案，并考虑到实际操作上的方便，可不必强求各个城市地理信息系统内部一律采用标准分类与代码。但当与其他系统交换数据时，应转换成标准规定的分类与代码。对新设计开发的城市地理信息系统建议采用标准方案。

除上述这些原则外，随着国际交往的增多，城市地理信息的分类与编码还应考虑国际信息交流的需求，尽量与国际相关标准接轨。

7.2.2 城市地理信息分类与编码的任务和方法

城市地理信息分类编码标准化是实现对各种城市地理信息进行有效管理和使用的保障。信息分类编码标准化包含信息分类与编码两个阶段。

信息分类是将具有不同属性或特征的信息区别开来的过程，是编码的基础。分类方法一般有两种，即线分类法与面分类法。线分类法是一种层级分类法，将数据逐次分成有层级的类目，类目间构成并列和隶属关系，形成串、并联结合的树形结构。面分类法是根据分类对象各自的特征，分成互不相关的面，相互间没有从属关系，不同面不互相交叉、重复，且顺序固定。

信息编码是将信息分类的结果用一种易于被计算机和人识别的符号体系表示出来的过程，是人们统一认识、统一观点、相互交换信息的一种技术手段。编码的直接产物是代码，即表示特定信息的一个或一组有序排列的符号，是计算机鉴别和查找信息的主要依据和手段。代码一般由数字、或字符、或数字字符混合构成，具有唯一性，并有分类和排序的功能。在设计时，若采用某些专用字符或对某些字符或数字作出一些特殊规定，则代码又具有某种特定的含义。

城市地理信息的图形信息和属性信息均应进行科学的分类和编码。图形信息分类一般采用线分类法，分类结果是形成树形结构的分类目录，其代码大体可以分为两种。

一种是分类码。它是直接利用信息分类的结果，根据城市地理信息分类体系设计出基础信息和各种专题信息的分类代码，简称分类码，用以标记不同类别信息的数据，根据它可以将数据按类别存贮进数据库，或从数据库中按类别查询检索数据。例如，基础信息的境界分类编码（见表 7-1）。

表 7-1 境界分类编码

代码	类目名称
7000	境界
7100	行政区划界
7110	国界
7120	未定国界
7130	省、自治区、直辖市界

续表 7-1

代码	类目名称
7140	自治州、地区、盟、地级市界
7150	县、自治县、旗、县级市界
7160	乡镇、国营农、林、牧场界
7170	村界
7180	特别行政区界
7200	其它界线
7210	特种地区界
7220	自然保护区界

另一种是标识码（也称识别码），它是间接利用信息分类结果，即在分类的基础上，对某些类别的数据分别设计出其全部或主要实体的识别代码，简称标识码，用以对某一类数据中某个实体，如一幢建筑物、一条街道、一个街口、一条河流、或一段行政单元界线进行标识，以便能按实体进行存贮和逐个地进查询检索，从而弥补利用分类码不能按实体进行个体分离的缺陷。例如表 7-2 列出北京市城市规划设计院编制的东城区部分道路标识码。

对城市地理信息系统而言，最好同时采用这两种代码，以增强数据库的存贮能力，从而满足各种用户多种查询检索方式的需要。

城市地理信息的属性信息分类一般采用面分类法，分类结果是形成互不相关、互不从属的面，每一个面是一个属性项。属性项值可以是数值、名称，也可以是代码，例如给水管线数据的属性分类（表 7-3）。

表 7-2 东城区道路代码（部分）

代码	道路名称	代码	道路名称
L5511	大佛寺东街	F0221	东安门大街
L5712	大华路	L5211	东板桥街
L0631	灯市口大街	A0041	东长安街
L0621	灯市口西街	L0711	东厂胡同
A0231	地安门东大街	A5351	东单北大街

表 7-3 给水答数据的属性分类

序号	属性名称	类型	宽度（字节）	单位
1	管线编号	C	8	
2	管线名称	C	7	
3	所在道路编号	C	5	
4	管线类型	C	5	
5	管径	N	6	mm
6	管长	N	5，2	m
7	管材	C	10	
8	埋深	N	2，2	m
9	坡度	N	1，3	

续表 7-3

序　号	属 性 名 称	类　型	宽度（字节）	单　　位
10	标高	N	3，2	m
11	压力	C	4	
12	设计流量	N	2，2	m^3/s
13	现状流量	N	2，2	m^3/s
14	用途	C	4	
15	埋设日期	C	8	
16	竣工图编号	C	7	
17	供配水系统名称	C	6	

另一个例子是桥梁数据的属性分类（见表 7-4）。

表 7-4　桥梁数据的属性分类

序号	属 性 名 称	代　码	类　型	宽度（字节）	单　位
1	桥梁代码	C0100001	C	15	
2	里程桩号	C0100102	N	10，5	km
3	跨越类型	C0100003	C	1	
4	跨越地物名称	C0100004	C	20	
5	桥梁跨径分类	C0100005	C	1	
6	主桥孔数	C0100106	N	2	孔
7	主桥主跨	C0100107	N	6，2	m
8	主桥边跨	C0100108	N	6，2	m
9	主桥长	C0100109	N	7，2	m
10	前引桥长	C0100110	N	6，2	m
11	后引桥长	C0100111	N	6，2	m
12	垂直净空	C0100112	N	5，2	m
13	上部构造	C0100013	C	2	
14	下部构造	C0100014	C	2	
15	设计负载等级	C0100015	C	1	
16	弯坡斜特征	C0100016	C	1	
17	竣工日期	C0100017	C	8	
18	养护单位代码	C0100018	C	10	
19	技术状况评定	C0100019	C	1	

再如土地使用权人自身信息的分类（表 7-5）。

表　7-5　土地使用权人自身信息分类

序　号	属　性　名　称	代　码	类　型	宽度（字节）	单　位
1	土地使用权人单位名称	C	40		
2	土地使用权人单位地址	C	40		
3	法人姓名	C	10		

续表 7-5

序号	属性名称	代码	类型	宽度（字节）	单位
4	单位联系电话	N	18		
5	法人联系电话	N	18		
6	法人身份证号	N	15		
7	土地使用权人（个人）姓名	C	10		
8	土地使用权人（个人）身份证号	N	15		
9	土地使用权人（个人）联系电话	N	18		

7.2.3 城市地理信息分类体系与指标体系

表 7-6 城市地理信息分类表

编号	门类	大类	编号	门类	大类
A	基础信息	测量控制点	C	房产地籍信息	宗地
		居民地和垣栅			房地产开发
		工矿建（构）筑物及其它设施			房地产中介服务
		交通及附属设施			房地产交易
		管线及附属设施	D	城市道路交通信息	城市道路
		水系及附属设施			城市内交通
		境界			城市对外交通
		地貌和土质	E	综合管网信息	给水
B	城镇用地信息	商业服务业用地			雨水
		金融保险业用地			污水
		工业用地			雨污合流
		仓储用地			热力
		市政用地			燃气
		公共建筑用地			电力
		住宅用地			电信
		对外交通用地			其它工业管道
		道路广场用地	F	环境与灾害信息	自然环境
		园林绿化用地			环境保护
		特种用地			环境卫生
		水域用地			灾害
		养殖用地			人防
		农用地	G	公安消防信息	公安
		其它用地			消防
C	房产地籍信息	房产地籍权属	H	社会经济信息	
		城镇土地等、级	Z	其它信息	

鉴于城市地理信息的内容十分广泛和复杂，需要建立城市地理信息的分类体系和指标体系，以便控制各类信息的进一步分类、编码和使用。

将城市地理信息包含的图形信息按其最主要的专业特征，划分出最高一级类型，构成分类体系表，这是一项十分复杂的工作，既有技术上的难度，又有部门间的协调问题，很难在短时间内完成，但这项工作对建立一个完善的城市地理信息系统来说确是十分重要的。在目前尚未有可依据的标准的情况下，本书给出一种可以采用、但不尽完善的方案，供读者参考（见表 7-6）。

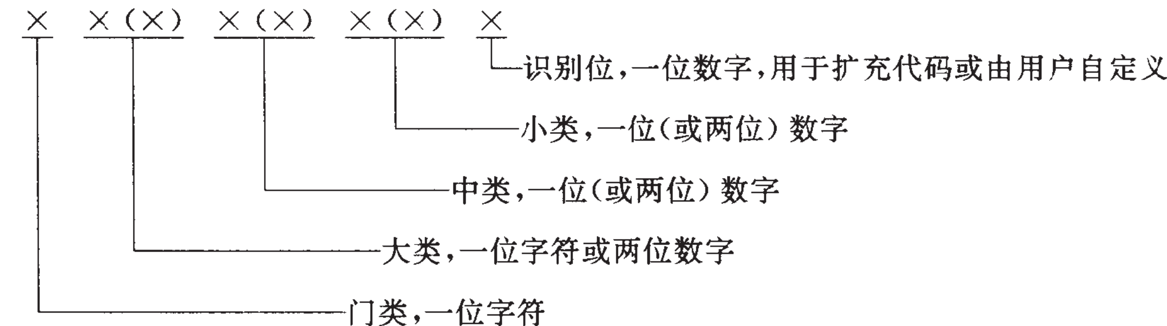
城市地理信息属性数据除要进行分类外，每类属性信息的值还要规定分级指标，或直接使用数值、名称等。分级指标应尽可能使用现已发布的国家标准、行业标准或地方标准。

城市地理信息指标体系主要是指在属性信息分类和属性值分级指标的基础上，形成的统一的、标准化的属性信息指标体系。在实际建立城市地理信息系统时，根据特定的应用目标，选择能反映实体主要特征的属性项及其属性值的分级指标。这方面目前已有很多已完成的国家标准、行业标准或地方标准可以引用。然而，尚未构成指标体系，有待于今后专门立项进行研制。

7.2.4 城市地理信息的分类码

基于城市地理信息分类表，将各门类信息进一步分类和编码，形成分类码。按线分类法，将城市地理信息的图形信息逐层细分为大、中、小类。上一层是下一层的母类，同位类之间形成并列关系。它们之间的逻辑关系和规则为：下位类的总范围与上位类范围相等。一个上位类划分为若干下位类时，应采用同一基准。同位类目之间不能相互交叉重叠，并对应同一个上位类。分类要依次进行，不能有空层或加层。

分类码一般由数字、或字符、或数字字符混合构成。分类码应保证能够区分不同类别的城市地理信息，在全市范围内唯一，尽可能简短，一般为 4～6 个字符（或数字）。代码的一般结构为



在系统内部的各个数据库中，门类代码可省略不用。识别位一般为“0”，也可以不用，在扩充代码或用户定义后才有意义。

各门类的分类与代码标准应分别制订。本章附录为各门类的分类与代码表，有些引自国家标准或行业标准，有些属建议性方案，有待立项研究，仅供参考。

城市地理信息分类码主要用于对数据进行存贮、管理、检索和交换。

在设计和建立城市地理信息系统数据库时，将数据类型作为基本存贮单元，一类或

几类相关的数据构成一个数据层，从而利用分类码实现对数据的有效组织和存贮。在采集数据时，利用分类码作为用户标识码（即 ID）输入数据。

在维护管理数据库时，分类码可以用于检查数据的精度和完整性，对数据层进行调整或重新组织。对数据进行修改补充和更新时，也需要利用分类码。

在城市地理信息系统的应用中，分类码是使用最为频繁、最重要的检索因子。通过它可以按类检索数据，提取所需的信息，进行分析、运算或进行其它处理；利用它可以对数据进行取舍。通过分类码与符号库的连接，可以显示或输出符号化的地图。

在信息服务和数据共享时，往往借助于分类码向用户提供所需的数据，不同系统间交换数据时，分类码也是最重要的数据标记，是实现系统间数据共享的重要基础。

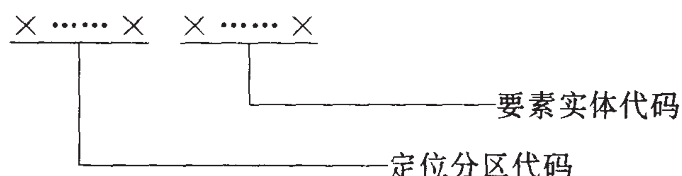
分类码在城市地理信息系统中的应用是多方面的，应当十分重视分类码的标准化。

7.2.5 城市地理信息的标识码

城市地理信息的标识码亦称识别码，是对各类要素的实体逐个进行标识的代码。行政区划代码、道路编号、河流名称代码等均属于标识码一类，此外它还包括：街区（坊）、主要建筑物、政府机关、企事业单位、路段、路口、湖泊、桥梁、宗地或地块、市政管线、旅游景点、娱乐场所、体育场所、公园等等。就某一个城市地理信息系统而言，应根据城市的具体情况和用户需求，确定标识码的内容。

城市地理信息标识码编码原则与分类码编码原则基本一致。但应注意，标识码要保证在全市范围内唯一，且与要素实体一一对应，不允许出现多个标识码对应同一地理要素实体，或不同地理要素实体对应一个标识码的情况出现。

下面以国家标准 GB/T 14395－93《城市地理要素——城市道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线编码结构规则》为例，介绍一下标识码的结构。该标准规定了城市道路、路口、街坊和市政管线等类要素标识码结构规则，这几类标识码由定位分区和各要素实体代码两个主要码段构成，即：

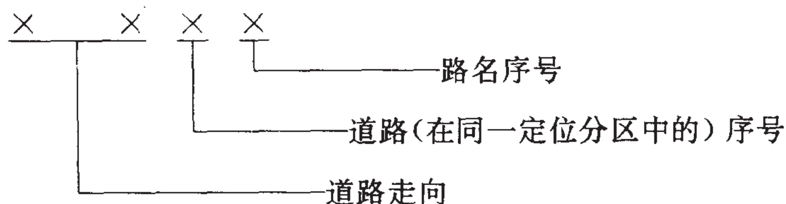


其中：

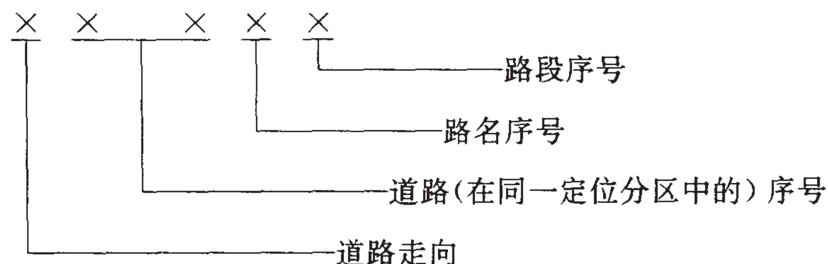
（1）应根据各个城市平面图形结构特点和习惯用法，将城市划分为若干基本（区域）单元，即定位分区。每个分区给定一个唯一的代码，称为定位分区代码。该码段一般采用 3～4 位字符数字混合码。

（2）对于不同要素实体，根据它们各自的数量，质量和分布特征，采用若干位字符数字混合码作为要素实体代码。这一码段在每个定位分区范围内应当保持唯一。例如，城市道路路名和路段实体的代码可以由下列结构组成：

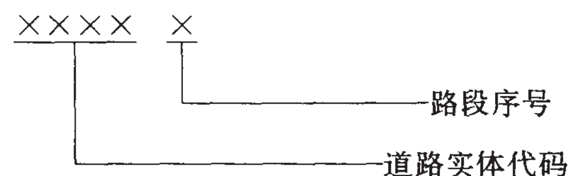
①道路实体代码：



②路段实体代码：

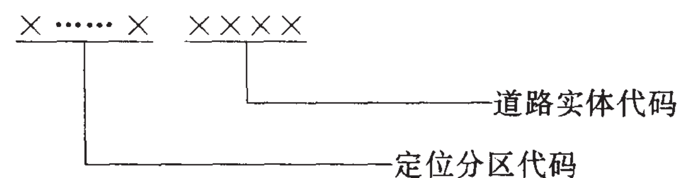


实质上，路段实体代码为：

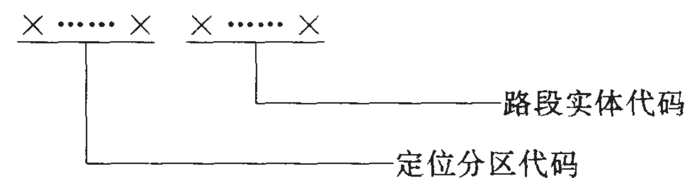


上述例子的标识码分别为：

①道路标识码：



②路段标识码：



由此可见，上述几类城市地理要素标识码是基于定位分区编制的，定位分区代码必须在全市范围内唯一。要素实体代码因要素不同而具有不同的长度和结构，这一码段必须在各个定位分区内唯一。

城市地理信息标识码是分类码的补充，是在分类码基础上对各同类要素的进一步细分，用于对每个要素实体的标识。

鉴于各类要素实体一般都数量巨大，因此在设计和建立城市地理信息系统时，只编制主要要素实体的标识码，用于对这些实体的存贮、管理、检索和应用，从而实现在全市范围内迅速方便地查找到一个特定的要素实体，如一条道路或路段、一个交叉路口、一幢建筑物、一条管线、一个地块、一个宾馆饭店、一所医院、一个学校等，大大增加城市地理信息系统的应用能力。

参 考 文 献

[1] 国家计划委员会、国家标准局．国家经济信息系统设计与应用标准化规范．1986

[2]蒋景瞳、刘若梅．国土基础信息数据分类和编码研究．全国性资源与环境信息系统研究．测绘出版社，1991

[3] 蒋景瞳、刘若梅．全国河流名称代码研究．'94 地理信息系统学术讨论会论文集，1994

[4] 赵艳华等．信息分类编码标准化．中国标准出版社，1988

[5] GB/T 13923－92 国土基础信息数据分类与代码．中国标准出版社，1992

[6] GB 14804－93 1：500，1：1000，1：2000 地形图要素分类与代码．中国标准出版社，1994

[7] CJJ37－90 城市道路设计规范

[8] GBJ124－88 道路工程术语标准

[9] GB5655－85 城镇公共交通术语标准

[10] 中国城市规划设计研究院．城市道路交通规划统一技术措施．1993

[11] 中华人民共和国国家标准．工程建设标准规范汇编．中国计划出版社，1991

[12] 中国城市规划设计研究院．城市规划统一技术措施汇编．1991

[13] 中国城市规划设计研究院，中国城市地理信息系统信息分类体系及其编码规范化研究．1993

[14] GB/T 4754－94 国民经济行业分类与代码．中国标准出版社，1995

[15] 中华人民共和国城市房地产管理法，1995 年 1 月 1 日实施

[16] 中华人民共和国土地管理法，1987 年 1 月 1 日实施

[17] Spatial Data Transfer Standard. FIPS 173，USA，1992

附录　城市地理信息分类与代码表*

门　类	代　码	类　目　名　称	说　明
A		基础信息	
	1000	测量控制点	
	1100	平面控制点	
	1110	三角点	
	1120	土堆上的三角点	
	1130	小三角点	
	1140	土堆上的小三角点	
	1150	导线点	
	1160	土堆上的导线点	
	1170	埋石图根点	
	1180	不埋石图根点	
	1200	高程控制点	
	1210	水准点	
	1300	GPS 点	
	1310	一级	
	1320	二级	
	1330	三级	
	1340	四级	
	1350	五级	
	1400	其它控制点	
	1410	天文点	
	2000	居民地和垣栅	
	2100	普通房屋	
	2110	一般房屋	
	2120	简单房屋	
	2130	建筑中房屋	
	2140	破坏房屋	
	2150	棚房	
	2160	架空房屋	
	2170	廊房	

* 本表有些内容引自国家标准或行业标准，有些内容是建议性意见，有待立项研究，仅供参考。

续表

门 类	代 码	类 目 名 称	说 明
	2180	过街楼	
	2200	特种房屋	
	2210	地面上住人的窑洞	
	2220	地面上不住人的窑洞	
	2230	地面下的窑洞	
	2340	蒙古包	
	2300	房屋附属设施	
	2310	廊	
	2320	台阶	
	2330	室外楼梯	
	2340	地下建筑物天窗	
	2350	院门	
	2360	门墩	
	2370	门顶	
	2380	支柱（架）、墩	
	2400	垣栅	
	2410	长城及砖石城墙	
	2420	土城墙	
	2430	砖、石、混凝土围墙	
	2440	土围墙	
	2450	栅栏、栏杆	
	2460	竹、木篱笆	
	2470	活树篱笆	
	2480	铁丝网	
	3000	工矿建（构）筑物及其它设施	
	3100	矿山开采设施	
	3110	钻孔	
	3120	钻井	
	3130	探槽	
	3140	开采的矿井井口	
	3150	废弃的矿井井口	
	3160	盐井	
	3170	石油井，天然气井	
	3180	露天采掘场	
	3200	工业设施	
	3210	起重机	

续表

门 类	代 码	类 目 名 称	说 明
	3220	吊车	
	3230	传送带	
	3240	漏斗	
	3250	滑槽	
	3260	塔形建筑物及水塔	
	3270	烟囱及烟道	
	3280	液体气体存贮罐	
	3290	露天设备	
	3300	农业设施	
	3310	粮仓	
	3320	风车	
	3330	水磨房，水车	
	3340	抽水机站，水轮泵	
	3350	打谷场	
	3360	饲养场	
	3370	温室，菜窖，花房	
	3380	贮水池	
	3390	肥气池	
	3400	科学、文教、卫生、体育设施	
	3410	气象站	
	3420	雷达站，卫星地面接收站	
	3430	环保监测站	
	3440	水文站	
	3450	宣传橱窗，广告牌	
	3460	学校	
	3470	卫生所	
	3480	露天体育场	
	3490	游泳池	
	3500	公共设施	
	3510	加油站	
	3520	照明装置	
	3530	喷水池	
	3540	假石山	
	3550	公共厕所，垃圾台	
	3560	岗亭，岗楼	
	3570	无线电杆、塔	

续表

门类	代码	类目名称	说明
	3580	电视发射塔	
	3590	避雷针	
	3600	有纪念意义的建筑物、文物古迹，宗教设施	
	3610	有纪念意义的建筑物	
	3620	文物古迹	
	3630	宗教设施	
	3700	其它设施	
	3710	过街天桥	
	3720	过街地道	
	3730	地下建筑物的地表出入口	
	3740	地磅	
	3750	露天货栈	
	3760	窑	
	3770	坟地	
	4000	交通及附属设施	
	4100	铁路	
	4110	一般铁路	
	4120	电气化铁路	
	4130	窄轨铁路	
	4140	建筑中的铁路	
	4150	轻便轨道	
	4160	电车轨道	
	4170	缆车轨道	
	4180	架空索道	
	4200	火车站及附属设施	
	4210	站台	
	4220	天桥	
	4230	地道	
	4240	色灯信号机	
	4250	臂板信号机	
	4260	水鹤	
	4270	车档	
	4280	转车盘	
	4300	公路	
	4310	高速公路	
	4311	收费站	

续表

门 类	代 码	类 目 名 称	说 明
	4321	一级公路	
	4322	二级公路	
	4323	三级公路	
	4324	四级公路	
	4330	等外公路	
	4340	建筑中的高速公路	
	4350	建筑中的等级公路	
	4360	建筑中的等外公路	
	4400	其它道路	
	4410	大车路	
	4420	乡村路	
	4430	小路	
	4440	内部道路	
	4450	阶梯路	
	4460	高架公路	
	4500	道路附属设施	
	4510	涵洞	
	4520	隧道及入口	
	4530	路堑	
	4540	路堤	
	4550	明峒	
	4560	道路标志	
	4570	挡土墙	
	4580	铁路交道口	
	4600	桥梁	
	4610	铁路桥	
	4620	公路桥	
	4630	双层桥	
	4640	人行桥	
	4650	铁索桥	
	4660	亭桥	
	4700	渡口及码头	
	4711	车渡	
	4712	人渡	
	4720	漫水路面	
	4730	徒步场	

续表

门类	代码	类目名称	说明
	4740	跳墩	
	4750	过河缆	
	4760	固定码头	
	4770	浮码头	
	4780	停泊场（锚地）	
	4800	航行标志	
	4810	灯标	
	4820	浮标	
	4830	岸标	
	4840	系船浮筒	
	4850	过江管线标	
	4860	信号杆	
	4870	航行险区	
	4880	通航起讫点	
	5000	管线及附属设施	
	5100	电力线	
	5110	高压电力线	
	5120	低压（照明）线	
	5130	电杆	
	5140	电线架	
	5150	电线塔	
	5160	电线杆上的变压器	
	5170	电线入地口	
	5180	变电室（所）	
	5190	电力检修井	
	5200	通信线	
	5210	地面上的	
	5220	地下的	
	5230	不连线的	
	5240	通信线入地口	
	5250	电信入孔	
	5260	电信手孔	
	5300	上水管道	
	5310	上水管道的铺设设施	
	5320	上水管道的附属设施	
	5400	下水管道	

续表

门 类	代 码	类 目 名 称	说 明
	5410	污水	
	5420	雨水	
	5430	合流	
	5440	下水管道附属设施	
	5500	燃气管道	
	5510	煤气	
	5520	天然气	
	5530	液化气	
	5540	燃气检修井	
	5600	热力管道	
	5610	热力管道的铺设设施	
	5620	热力检修井	
	5700	工业管道	
	5710	工业管道的铺设设施	
	5720	工业管线检修井	
	5800	管线附属设施	
	5810	阀门	
	5820	不明用途的检修井	
	6000	水系及附属设施	
	6100	河流，溪流	
	6110	常年河	
	6120	时令河	
	6130	消失河段	
	6140	地下河段	
	6200	湖泊，水库，池塘	
	6210	常年湖	
	6220	时令湖	
	6230	水库	
	6240	池塘	
	6300	沟渠	
	6310	单线渠	
	6320	双线渠	
	6330	地下灌渠	
	6340	干沟	
	6400	人工水利设施	
	6410	水闸	

续表

门　类	代　码	类　目　名　称	说　明
	6420	滚水坝	
	6430	拦水坝	
	6440	防波提	
	6450	防洪墙	
	6460	土堤	
	6470	输水槽	
	6480	倒虹吸	
	6500	其它水泵要素	
	6510	水井	
	6520	坎儿井	
	6530	泉	
	6540	瀑布，跌水	
	6550	陡岸	
	6600	海洋要素	
	6610	海岸线	
	6620	干出线	
	6630	干出滩	
	6640	礁石	
	6650	危险岸	
	6700	水系附属说明	
	6710	河流流向	
	6720	潮流流向	
	6730	水深点	
	6740	等深点	
	6750	水下等高线	
	7000	境界	
	7100	行政区划界	
	7110	国界	
	7120	未定国界线	
	7130	省、自治区、直辖市界	
	7140	自治州、地区、盟、地级市界	
	7150	县、自治县、旗、县级市界	
	7160	乡镇国营农、林、牧场界	
	7170	村界	
	7180	特别行政区界	
	7200	其它界线	

续表

门　类	代　码	类　目　名　称	说　明
	7210	特别行政区界	
	7220	自然保护界	
	8000	地貌和土质	
	8100	等高线	
	8140	实测等高线	
	8150	草绘等高线	
	8200	示坡线	
	8300	高程	
	8310	一般高程点	
	8320	高程注记点	
	8330	人工地貌高程点	
	8340	比高	
	8350	深度	
	8400	崩塌残蚀地貌	
	8410	崩崖	
	8420	滑坡	
	8430	陡崖	
	8440	陡石山，露岩地	
	8450	冲沟	
	8460	干河床，干涸湖	
	8470	岩溶漏斗	
	8500	人工地貌	
	8510	斜坡	
	8520	陡坎	
	8530	梯田坎	
	8600	其它地貌	
	8610	山洞，溶洞	
	8620	独立石	
	8630	石堆	
	8640	石垄	
	8650	土堆	
	8660	坑穴	
	8670	乱掘地	
	8680	地裂缝	
	8700	土质	
	8710	沙地	

续表

门类	代码	类目名称	说明
	8720	沙砾地	
	8730	盐碱地	
	8740	小草丘地	
	8750	龟裂地	
	8760	石块地	
	8770	沼泽	
	8780	盐田	
	8790	台田	
B		城镇用地信息	门类 B-Z 代码暂缺
		商业服务业用地	
		商业	
		批发机构	
		零售业机构	
		商业经纪和代理	
		餐饮业	
		其它商业用地	
		服务业	
		居民服务	
		旅馆业	
		租赁服务	
		娱乐服务	
		信息、咨询服务	
		计算机应用服务	
		其它社会服务	
		旅游业	
		旅游服务机构	
		旅游景点	
		文物古迹	
		社会风情	
		山水风光	
		公园绿地	
		生物景观	
		自然奇观	
		其它	
		金融保险业用地	
		金融业	

续表

门类	代码	类目名称	说明
		保险业	
		工业用地	
		食品	
		纺织	
		电子	
		建材	
		钢铁	
		机械	
		能源	
		化工	
		仓储用地	
		普通仓储	
		危险品仓储	
		堆场	
		市政用地	
		供应设施	
		环境卫生设施	
		其它市政公用设施	
		公共建筑用地	
		行政办公	
		市属办公	
		非市属办公	
		文艺、体育、娱乐	
		艺术	
		出版	
		文物保护	
		图书馆	
		档案馆	
		群众文化	
		新闻	
		文化艺术经纪与代理	
		其它文化艺术	
		广播	
		电影	
		电视	
		科研、设计	

续表

门　类	代　码	类　目　名　称	说　明
		自然科学研究	
		社会科学研究	
		其它科学研究	
		综合技术服务	
		气象	
		地震	
		测绘	
		技术监督	
		海洋环境	
		环境保护	
		技术推广和交流	
		工程设计	
		其它	
		教育	
		高等教育	
		中等教育	
		初等教育	
		学前教育	
		成人教育	
		特殊教育	
		其它教育	
		医疗卫生	
		医院	
		疗养院	
		专科防治所	
		卫生防疫站	
		妇幼保健所、站	
		商品检验所、室	
		其它卫生机构	
		社会福利保障	
		社会福利	
		社会救济	
		其它	
		其它公共建筑	
		住宅用地	
		住宅小区	

续表

门 类	代 码	类 目 名 称	说 明
		独立高层住宅	
		一般楼房	
		平房	
		对外交通用地	
		铁路	
		公路	
		民用机场	
		港口码头	
		道路广场用地	
		道路	
		广场	
		车场	
		园林、绿化用地	
		公园	
		综合性公园	
		纪念性公园	
		儿童公园	
		动物园	
		植物园	
		城市森林公园	
		其它	
		绿地	
		居住区绿地	
		街头绿地	
		道路绿地	
		广场绿地	
		其它绿地	
		专用绿地	
		果园	
		苗圃	
		防护林带	
		文物、古迹	
		历史遗迹	
		古建筑	
		古园林	
		古工程	

续表

门　类	代　码	类　　目　　名　　称	说　明
		其它	
		陵园	
		特种用地	
		军事	
		涉外	
		宗教	
		监狱	
		水域用地	
		河流	
		湖、水塘	
		养殖用地	
		农用地	
		旱地	
		农、林科研试验地（田）	
		园地	
		其它用地	
		可利用空闲地	
		不可利用零星地	
		废弃地	
C		房产地籍信息	
		房产地籍权属	
		土地所有权划分界线	
		土地所有权性质	
		国有	
		集体	
		土地使用权划分界线	
		土地使用权性质	
		国有	
		集体	
		个人	
		共有	
		房屋所有权性质	
		国有	
		集体	
		个人	
		共有	

续表

门　类	代　码	类　目　名　称	说　明
		他项权利房房地产	
		土地	
		房屋	
		土地与房屋	
		城镇土地等、级	
		土地等、级、类界线	
		土地等	
		土地级	
		土地类	
		宗地	
		宗地范围线	
		宗地编号	
		宗地四至点	
		宗地界址点	
		房地产开发	
		企业	
		专营	
		兼营	
		房地产中介服务	
		机构	
		咨询	
		价格评估	
		经纪	
		房地产交易	
		房地产交易方式划分界线	
		土地使用权出让方式	一级市场
		协议	
		招标	
		拍卖	
		土地使用权转让方式	
		出售	
		交换	
		继承	
		其他	
		土地出租	
		土地出租	

续表

门 类	代 码	类 目 名 称	说 明
		地上建筑物出租	
		土地抵押	
		土地抵押	
		建筑物连同土地抵押	
		建筑物抵押	
		房地产交易方式	
		转让	
		抵押	
		房屋租赁	
D		城市道路交通	
		城市道路	
		道路类型	
		高速公路	
		快速路	
		主干道	
		次干道	
		支路	
		街坊路	
		人行梯道	
		专用道路	
		道路等级	
		路面结构	
		钢筋混凝土	
		水泥混凝土	
		沥青混凝土	
		沥青碎石	
		整齐石块或碎石	
		土路	
		其它	
		道路路基	
		道路横断面	
		断面形式	
		断面宽度	
		路拱曲线形式	
		道路纵断面	
		道路照明	

续表

门　类	代　码	类　目　名　称	说　明
		道路绿化	
		道路交叉口	
		道路转折点	
		道路附属设施	
		广场	
		停车场、楼	
		停车港	
		洗车场	
		加油站	
		人行天桥	
		人行地道	
		车行隧道	
		涵洞	
		其它	
		城市内部交通	
		公交线路	
		长途汽车	
		公共汽车	
		公共电车	
		小客车	
		出租车	
		地铁	
		轻轨	
		轮渡	
		索道	
		垂直电梯	
		电动扶梯	
		缆车	
		公交站场	
		公交停车场	
		公交保养厂	
		私人交通	
		城市对外交通	
		铁路	
		线路	
		站场	

续表

门　类	代　码	类　目　名　称	说　明
		公路	
		航道	
		航道	
		港口	
		航空	
		航空线	
		机场	
		管道	
		专用道路	
E		综合管网	
		给水	
		给水管网	
		输水管道	
		配水管网	
		循环水管道	
		专用消防水管道	
		输配水管渠	
		自来水厂	
		附属设施	
		加压站	
		水塔	
		高位水池	
		调节池	
		取水泵站	
		给水阀门井	
		其它	
		雨水	
		雨水管渠	
		雨水管道	
		雨水明渠	
		暗沟	
		附属设施	
		检查井	
		跌水井	
		雨水口	
		出水口	

续表

门类	代码	类目名称	说明
		排水泵站	
		倒虹管	
		污水	
		污水管道	
		管道	
		暗沟	
		污水处理厂	
		附属设施	
		检查井	
		水封井	
		通气管	
		出水口	
		污水泵房和集水池	
		倒虹管	
		雨污合流	
		合流管道	
		管道	
		明沟	
		暗沟	
		污水处理厂	
		附属设施	
		检查井	
		污水阀门井	
		出水口	
		雨污合流泵房	
		热力	
		热力管线	
		热水管	
		蒸汽管	
		附属设施	
		锅炉房	
		阀门	
		检查井	
		燃气	
		人工煤气	

续表

门类	代码	类目名称	说明
		管径类别	反映管径和压力
		煤气化厂	
		附属设施	
		天然气	
		管径类别	反映管径和压力
		附属设施	
		液化石油气	
		管径类别	反映管径和压力
		附属设施	
		瓦斯气	
		管径类别	反映管径和压力
		附属设施	
		混合气管道	
		管径类别	反映管径和压力
		附属设施	
		电力	
		电力线网	
		电力线	
		电力电缆沟	
		直流专用电线	
		变电站	
		附属设施	
		开闭所	
		配电房	
		邮电通信	
		邮政	
		邮政枢纽	
		邮政局、所	
		电信	
		电信管网	
		有线网	
		无线网	
		电信枢纽	

续表

门　类	代　码	类　　目　　名　　称	说　明
		电信局、所	
		邮电	
		其它工业管道	
F		环境与灾害信息	
		自然环境	
		气候	
		土壤	
		地质	
		工程地质	
		地质构造	
		水平构造	
		倾斜构造	
		褶曲构造	
		断裂构造	
		地层特性	
		地质年代	
		成因类型	
		接触关系	
		产状	
		厚度	
		岩性	
		岩层富水性	
		岩体结构	
		其它	
		地震地质	
		水文	
		地下水	
		上层滞水	
		潜水	
		潜水湖	
		承压水	
		泉	
		开采井	
		地表水	
		海洋	
		河流	

续表

门　类	代　码	类　　目　　名　　称	说　明
		湖泊	
		沼泽	
		水库	
		其它水体	
		其它	
		环境保护	
		环境污染	
		大气污染	
		生物污染	
		水污染	
		油污染	
		热污染	
		固体废弃物污染	
		噪声污染	
		放射性污染	
		土壤污染	
		其它污染	
		环境监测	
		大气环境监测	
		水环境监测	
		环境噪声监测	
		放射性监测	
		土壤环境监测	
		环境保护	
		自然环境保护	
		环境治理	
		废气处理	
		废污水处理	
		固体废弃物处理	
		三废综合利用	
		环境卫生	
		环卫机构	
		环卫设施	
		垃圾填埋场	
		垃圾处理厂	
		垃圾焚烧场	

续表

门　类	代　码	类　　目　　名　　称	说　明
		垃圾转运场、站	
		堆肥场、站	
		粪便处理厂	
		粪便排放站	
		粪便转运站	
		公厕	
		垃圾箱	
		环卫专用停车厂	
		自然灾害	
		雹灾	
		洪灾	
		山洪	
		河洪	
		海潮	
		震灾	
		风灾	
		沙灾	
		地貌灾害	
		泥石流	
		滑坡	
		沟蚀	
		地面沉降和塌陷	
		人防	
G		公安消防	
		公安	
		户籍管理	
		公共安全	
		公安局、分局	
		派出所	
		劳改管理	
		交通管理	
		消防	
		消防机构	
		消防设施	
H		社会经济信息	
Z		其他信息	

第八章　城市地理信息系统空间数据结构

在城市地理信息系统中，描述地理要素和地理现象的空间数据，包括空间位置、拓扑关系和属性三个方面的内容。空间数据结构是指空间数据在计算机内的组织和编码形式。它是一种适合于计算机存储、管理和处理空间数据的逻辑结构，是地理实体的空间排列和相互关系的抽象描述。它是对数据的一种理解和解释。不说明数据结构的数据是毫无用处的，不仅用户无法理解，计算机程序也无法正确处理。只有充分理解了城市地理信息系统中特定的数据结构才能正确有效地使用系统。

空间数据编码是空间数据结构在计算机中的实现，是指根据城市地理信息系统的目的和任务所搜集的，并经过审核了的地形图、专题地图和遥感影像等资料，按一定数据结构转换为适于计算机存储和处理的数据过程。由于城市地理信息系统数据量极大，常要采用压缩数据编码方式以节省空间。

8.1　地理空间数据的特点与表达

8.1.1　地理空间数据特点

数据库是以一定的组织方式存储在一起的相互关联的数据集合，数据库也可以看成是与某方面有关的所有数据文件的集合。数据库对数据文件重新组织，最大限度地减少数据冗余，增强数据间的联系，实现数据的合理组织和灵活存取。

地理信息系统数据库或地理空间数据库是某区域内关于一定地理要素或地理现象的数据集合，主要涉及图形和属性数据的管理和组织。它与一般数据相比，具有以下特点：

（1）地理信息系统不仅含有大量的空间数据，也有与一般数据库数据性质相似的属性数据，并且这两种数据之间具有不可分割的联系。

（2）地理信息系统是一个复杂的巨系统，要用数据来描述各种地理要素及其相互间的复杂空间关系与地理关联。

（3）地理信息系统数据库具有数据容量巨大的特点，一方面描述地理要素空间位置的的数据往往大得惊人，另一方面，随着多媒体技术的发展，还可用声、像、图、文等多种方式来直观描述地理现象。

上述特点，尤其是第一点，决定了建立城市地理信息系统数据库时，一方面应该遵循和应用通用数据库的原理和方法，另一方面还必须采取一些特殊的技术和方法，来解决通用数据库不能管理空间数据的问题。由于地理信息系统数据库具有明显的空间特性，所以也称它为空间数据库。

8.1.2　地理空间信息的表达方法

城市地理事物或现象是现实世界的客观存在，而目前计算机所处理的对象最终只能是基于二进制的数字。也就是说，地理信息系统所描述和处理的数据集是现实世界信息

的模型。由于现实世界中地理要素或现象的空间分布是连续的任意形态，只有在空间离散化的基础上，化无限为有限才能对其描述；而其地理属性，既可能是定量也可能是定性，需对其进行编码描述。因此，地理信息系统表达现实世界的信息传输过程实质是一个数量化的过程。

空间离散化有两类形式：栅格化和矢量化。以某地理区域为例，区内有森林、河流、房屋等地理要素，如图 8-1 (a) 所示。可分别用栅格化和矢量化形式来离散地理空间和描述空间实体，相应得到两种不同结构类型的空间数据，即栅格数据与矢量数据，见图 8-1 (b)、(c)。

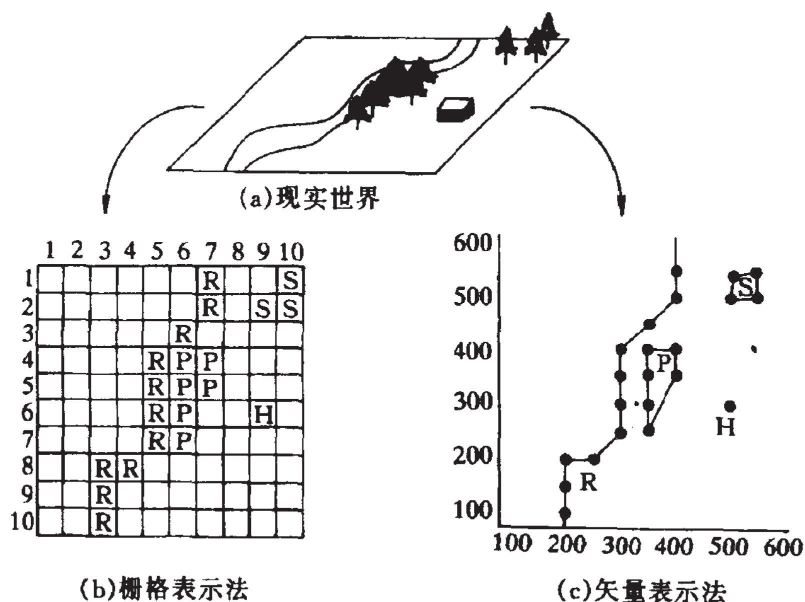


图 8-1　空间数据结构的两种类型

栅格数据是在空间格网离散化后，用栅格或格网中一个或一组点来构成地理要素的形态，而相应的栅格点被赋予对应地理实体的属性代码值。这里，不同的地理要素，如森林、河流、房屋等相应地被赋予不同的代码值“P”，“R”，“H”等。即在栅格格式中，空间被规则地分为一个个小块（通常为正方形，称为格网单元或像元）。地理实体由占据小块的横排与竖列的位置决定，空间单位就是这些小块，小块的位置则由其横排竖列的数码决定。栅格编码后的全图是规则的阵列，其数学实质就是矩阵。

矢量结构数据对空间的描述则是将空间实体从形态上抽象为点、线、面三种基本图形，以一对 x，y 坐标记录点实体的位置；对连续的线需先将其离散为系列有序点，再利用一组点坐标及它们的连接方式来记录描述；对于面状区域则是通过对边界线的定义来进行的。如图 8-1 (c) 中的森林、河流。也就是说，矢量结构的空间离散方法实质上是将面（区域）化为边界线，线化为系列点，最终是以离散点坐标及连接方式来定义空间位置与形态。

两种表示方法的主要差别有：

(1) 矢量表示法用于存储地理要素的数据量较小，即需要的存储空间少；

(2) 矢量表示法比栅格表示法要精细得多。栅格法要达到矢量法相同的分辨率，格网单元要非常小才行，这势必大大增加数据量；

(3) 矢量法中的数据搜索能沿着一定的方向进行。栅格法则能方便地对数据进行修改编辑，因为栅格数据修改只包括清除某些旧值和输入新值两个步骤。而矢量数据的修改除改变坐标值外，往往还需要重建拓扑关系。

8.1.3 属性数据赋值

8.1.3.1 赋值方法

属性数据和图形数据是地理信息系统数据库中紧密联系的两部分内容。属性数据的内容有时直接记录在栅格或矢量图形数据文件中，但多数情况下单独以关系数据结构存贮为属性文件，通过关键码与图形数据相联系。属性数据包括名称、等级、数值、代码等多种内容，属性数据编码即将各种属性数据变为可被计算机接受的数值或字符形式，以便地理信息系统存贮管理。

属性数据赋值一般要考虑以下三点：

(1) 管理效率高，即具有较高的计算机录入、校检、存贮效率，查找速度快、查错能力强；

(2) 适用性好，即符合专业化、标准化和系统化的要求，既要完整清晰地表示属性内容，又具有最小冗余；

(3) 便于共享和扩展，可以满足设备和数据更新的要求。

8.1.3.2 赋值内容

(1) 标识部分　用来标识属性数据的序号，可以是简单的连续编号，也可划分不同层次进行顺序编码；

(2) 分类部分　用来标识属性的地理特征，可采用多位代码反映多种特征；

(3) 控制部分　用来通过一定的查错算法，检查在编码、录入和传输中的错误，在属性数据量较大情况下具有重要意义。

8.2 矢量数据结构及其编码方法

矢量数据结构是一种最常见的图形数据结构，即通过记录坐标的方式，尽可能地将点、线、面地理实体准确地反映出来。其坐标空间假定为连续空间。因此矢量数据能比栅格数据更精确地定义位置、长度和大小。实际上，其精度也受限于如下因素：①坐标的精度受字长限制；②所有矢量输出设备包括绘图仪在内，尽管分辨率比栅格设备高，但也有一定的步长；③矢量法输入时曲线上选取的点不可能太多；④数字化仪分辨率有限；⑤人工输入中不可避免的定位误差。

8.2.1 矢量数据结构编码的基本内容

8.2.1.1 点实体

在城市地理信息系统中，点实体具有一对 x，y 坐标和至少一个属性。在矢量数据结构中，除点实体的 x，y 坐标外，还应存储其它一些与点实体有关的数据来描述点实体的类型、名称、等级、数值、代码等。点是空间上不可再分的地理实体，可以是具体的也可以是抽象的，如地物点、线段网络的结点、多边形标识点等。图 8-2 说明点实体的矢量

数据结构的一种组织方式。

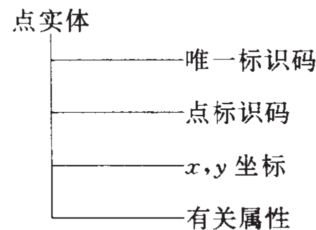


图 8-2　点实体的矢量数据结构

其中，唯一标识码是系统排列序号；点标识码标识点的类型；x，y 坐标表示点的空间位置；与点相联的有关属性可以直接存储于点文件中，也可以单独存储。

8.2.1.2　线实体

线实体可以定义为由线元素组成的各种线性要素，由两对或两对以上的 x，y 坐标定义。最简单的线实体只存储它的坐标串、属性等有关数据。

弧段、链是 n 个坐标对的有序集合，这些坐标可以描述任何连续而又复杂的曲线。组成曲线的线元素越短，x，y 坐标数据越多，就越逼近于一条复杂曲线。若要节省存储空间，又要求较为精确地描绘曲线，一种方法是在线实体的记录中加入一个指示字，当启动显示程序时，这个指示字告诉程序，调用内插函数（例如样条函数）加密数据点，并且与原来的点匹配。但这一方法增加了数据内插工作量。

线的网络结构。简单的链携带彼此互相连接的空间信息，这种连接信息是网络分析中必不可少的。因此要在数据结构中建立指针系统使计算机在复杂的线网络中跟踪每一条线，如建立水网中每条支流之间连接关系时必须使用这种指针系统。指针的建立要以结点为基础，从而完整地定义线网络的拓扑关系。

如上所述，线实体主要用来表示线状地物（如公路、水系、管线）和多边形边界（如地类界、政区界线），有时也称为“弧段”、“链”等，其矢量编码包括的内容见图8-3所示。

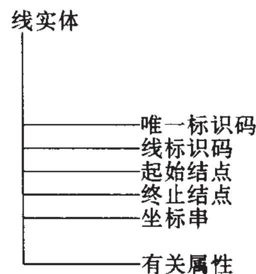


图 8-3　线实体矢量编码的基本内容

其中，唯一标识码是系统排列序号；线标识码标识线的类型；起始结点和终止结点可以用点号表示；与线相联的有关属性可以直接存储于线文件中，也可单独存储。

8.2.1.3　面实体

多边形（有时称为区域）数据是描述地理空间信息的又一类数据。

多边形矢量编码，不但要表示位置和属性，还要表达区域的拓扑特性，如邻域和层次结构等。由于要表达的信息十分丰富，基于多边形的运算多而复杂，因此多边形矢量

编码比点和线实体的矢量编码更为复杂。

在讨论多边形矢量数据结构编码的时候，应特别注意：

(1) 每个多边形应有封闭的边界。

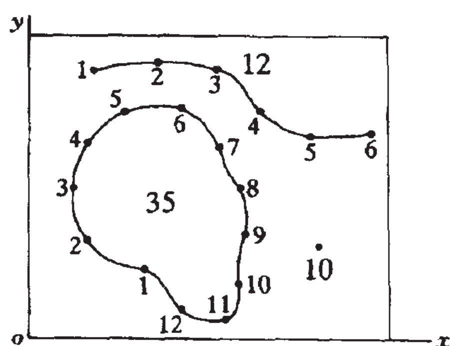
(2) 应能够记录每个多边形的邻域关系，即拓扑关系。

(3) 能处理多边形内嵌套小的多边形，即复杂多边形。例如，岛湖嵌套的情形。这种所谓“岛”的结构是多边形关系中较难处理的问题。

8.2.2 矢量编码方法

8.2.2.1 坐标序列法

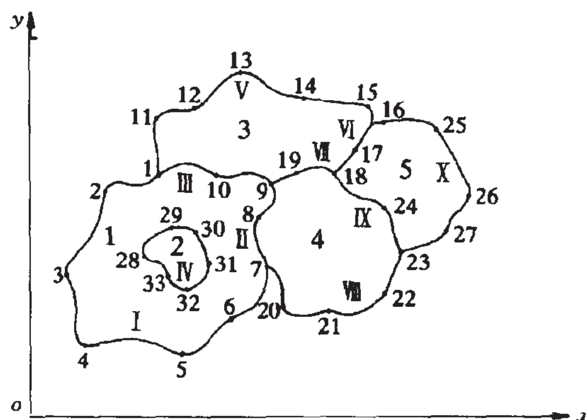
任何点、线、面实体都可以用某一坐标体系中的坐标点 x，y 来表示。这里 x，y 可以对应于大地坐标经度和纬度，也可以对应于平面坐标系坐标 x 和 y。对于点，则是一对坐标；对于线，则是一个坐标串；而对于多边形，则是一条或多条线组成的封闭曲线坐标串，坐标必须首尾相同。图 8-4 为点、线、面实体的坐标序列法表示。如果是多个相邻多边形，其坐标序列法表示如图 8-5 。



(a)图形表示

	特征码	位 置 坐 标
点	10	x，y
线	12	x_1，y_1；x_2，y_2；x_3，y_3；x_4，y_4；x_5，y_5；x_6，y_6
面	35	x_1，y_1；x_2，y_2；x_3，y_3；x_4，y_4；x_5，y_5；x_6，y_6；x_7，y_7；x_8，y_8；x_9，y_9；x_{10}，y_{10}；x_{11}，y_{11}；x_{12}，y_{12}；x_1，y_1

图 8-4 点、线、面实体的坐标序列法表示



(a)

特征码	位　置　坐　标
1	$x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3; x_4, y_4; x_5, y_5; x_6, y_6; x_7, y_7; x_8, y_8; x_9, y_9; x_{10}, y_{10}; x_1, y_1;$
2	$x_{28}, y_{28}; x_{29}, y_{29}; x_{30}, y_{30}; x_{31}, y_{31}; x_{32}, y_{32}; x_{33}, y_{33}; x_{28}, y_{28};$
3	$x_1, y_1; x_{11}, y_{11}; x_{12}, y_{12}; x_{13}, y_{13}; x_{14}, y_{14}; x_{15}, y_{15}; x_{16}, y_{16}; x_{17}, y_{17}; x_{18}, y_{18}; x_{19}, y_{19};$ $x_9, y_9; x_{10}, y_{10}; x_1, y_1;$
4	$x_{18}, y_{18}; x_{19}, y_{19}; x_9, y_9; x_8, y_8; x_7, y_7; x_{20}, y_{20}; x_{21}, y_{21}; x_{22}, y_{22}; x_{23}, y_{23}; x_{24}, y_{24};$
5	$x_{18}, y_{18};$
	$x_{16}, y_{16}; x_{17}, y_{17}; x_{18}, y_{18}; x_{24}, y_{24}; x_{23}, y_{23}; x_{27}, y_{27}; x_{26}, y_{26}; x_{25}, y_{25}; x_{16}, y_{16}$

图 8-5　多边形实体的坐标序列法表示

坐标法文件结构简单，易于实现以多边形为单位的运算和显示。这种方法的缺点是：

（1）邻接多边形的公共边被数字化和存储两次，由此产生冗余和边界不重合的匹配误差。

（2）每个多边形自成体系，而缺少有关邻域关系的信息。

（3）不能解决复杂多边形嵌套问题，内岛只作为单个的图形建造，没有与外包多边形的联系。

8.2.2.2　树状索引编码法

该法采用树状索引以减少数据冗余并间接表示邻域信息，该方法是对所有边界点进行数字化，将坐标对以顺序方式存储，有点索引与边界线号相联系，以线索引与各多边形相联系，形成树状结构。

图 8-6 和图 8-7 分别为图 8-5 图形的线与多边形、点与线之间索引关系示意图。点、线和多边形文件结构如下：

（1）点文件

点　号	坐　标
1	x_1, y_1
2	x_2, y_2
⋮	⋮
33	x_{33}, y_{33}

（2）线文件

线　号	起　点	终　点	点　号
I	1	7	1 2 3 4 5 6 7
II	7	9	7 8 9
III	9	1	9 10 1
⋮	⋮	⋮	⋮
X	16	23	16 25 26 27 23

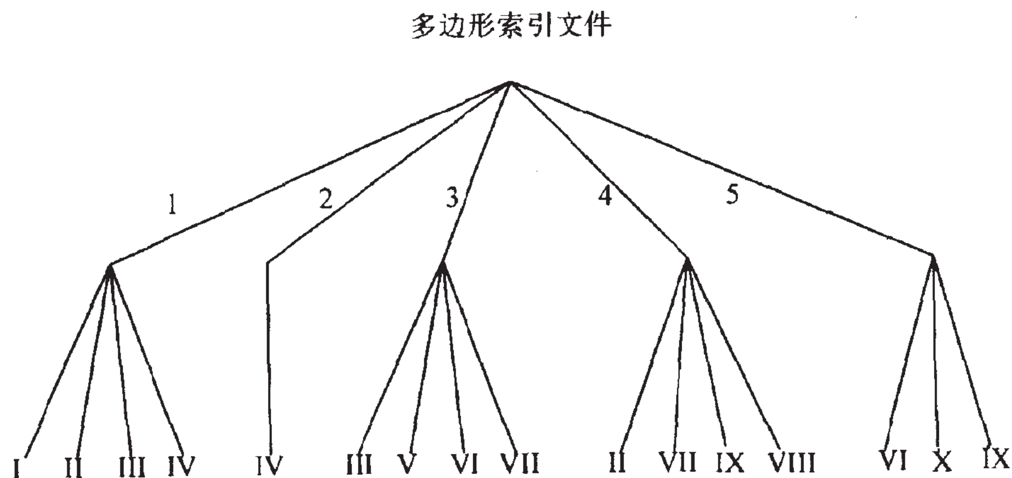


图 8-6 线与多边形之间树状索引

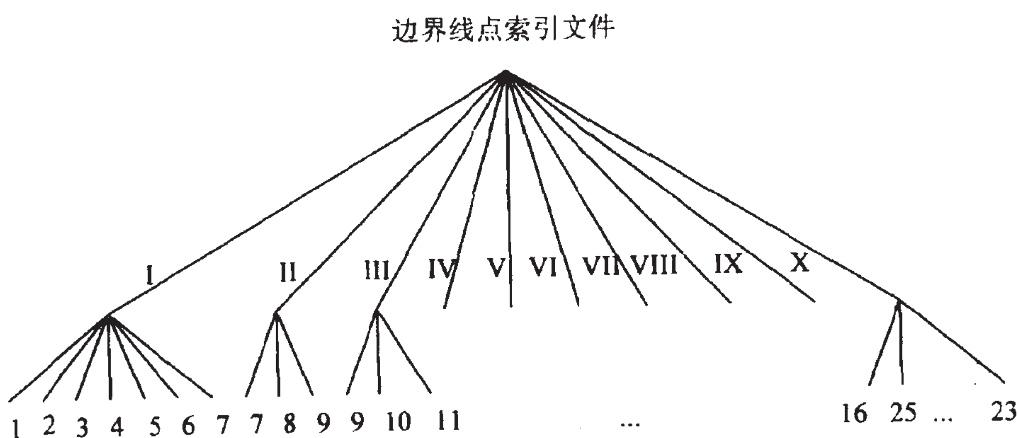


图 8-7 点与线之间的树状索引

(3) 多边形文件

多边形号	边界线号
1	I II III IV
2	IV
3	III V VI VII
4	II VII IX VIII
5	VI IX X

树状索引编码法消除了相邻多边形边界的数据冗余和不一致的问题，邻域信息和岛状信息可以通过对多边形文件的线索引处理得到，但是较为麻烦。

8.2.2.3 拓扑结构编码方法

将拓扑关系应用到数据结构中，可以解决多边形嵌套和邻域关系问题。建立拓扑结构的方法有两种：①输入数据的同时输入拓扑连结关系；②由计算机软件从一系列相互关联的链建立拓扑结构。首先在地理数据结构中建立拓扑关系是美国人口调查局建立的

双重独立地图编码系统，简称 DIME (Dual Independent Map Encoding)。DIME 建立城市街道网和统计单元如街区、人口统计区等的数据库，并实现自动和半自动的编辑和分析。DIME 数据文件的基本元素是由始末点定义的弧段，复杂的曲线可由多条弧段组成。每条弧段有两个指向结点的指针和两边多边形的编码。由于这种数据结构中没有链反向结点及链指向邻近链的指针，因此要花很多时间去查找组织多边形的各条边界线。

另一种简单而有效的多边形数据结构的基本方法是：多边形以线段或链文件的形式存储，该文件中每条链又以组成该链的各坐标对来列表存储，而且每条链还包括两个指向邻接多边形的指针。多边形的名称存储在另一个独立文件中，该文件实际上是一个表格，也包括一些指针。但这种数据结构不能进行更为复杂的邻域关系的搜索，也不能检查奇异多边形等差错。

为了建立恰当的多边形数据拓扑结构，使复杂多边形、面积计算、邻域关系处理、奇异多边形检查等都能顺利处理，在城市地理信息系统中，最好在数字化时充分考虑建立拓扑关系的需要，有时要求用户按顺时针方向或逆时针方向数字化所有的多边形，以便把线元素与其左右两边的多边形组合起来。

目前，一些地理信息系统商品软件已具备从一系列按任意顺序和任意方向数字化的链，组成多边形拓扑结构的功能。这种数据结构能够处理任何多边形的嵌套问题，检查奇异多边形，自动或半自动地将非空间属性数据与多边形连接起来，并全面支持邻域关系的搜索等。

多边形拓扑数据结构有如下优点：

(1) 把全部多边形综合成一个整体，没有重叠，数据冗余度小。

(2) 全部多边形、链、属性数据均为内部连接在一起的整体单元的一部分，可以进行任何类型的邻域分析。而且能将属性数据与多边形连接进行各种分析。

(3) 多边形中嵌套多边形没有限制，可以无限地嵌套。

(4) 数据结构与数据收集和输入的牵连不多。

8.3 栅格数据结构及其编码方法

8.3.1 基本概念

栅格数据结构实际就是像元（即格网单元）阵列，每个像元由其所在行列号确定它的位置。由于栅格结构是按一定的规则排列的，所表示的实体位置隐含在格网行列位置，可方便地根据其在文件中的记录位置得到。

在栅格数据文件中每个代码本身明确地代表了实体的属性或属性值。点实体在栅格数据中表示为一个像元；线实体则表示为在一定方向上连接成串的相邻像元集合；面实体由聚集在一起的相邻像元结合表示。这种数据结构很适合计算机处理，因为行列像元阵列非常容易存储、维护和显示。

用栅格数据表示的地表是不连续的，是量化和近似离散的数据，这就意味着在地表一定范围（即一个像元所覆盖的面积）内地理数据的近似性，例如平均值、主成分值、按某种规则在像元内提取的值等。像元大小（像元地面分辨率）对长度、面积等的度量有较大影响。

8.3.2 栅格数据的取值方法

栅格数据的取得，可在地图上均匀地划分格网（相当于将一透明方格纸覆盖在地图上），每一单位格子覆盖部分的属性数据便成为图中各点的值，最后形成栅格数字地图文件如图 8-1 (a)、(b) 所示。也可以扫描地图，将扫描数据重采样和再编码得到栅格数据文件或由矢量数据转换而来。

栅格数据的获取需尽可能保持原图或原始数据的精度。在决定属性值时尽可能保持地表的真实性和最大信息容量。如图 8-8 所示的一个格网单元内部，常常可能对应几种不同的属性值，而每一个单元只能取一个值。在这种情况下，有以下一些取值方法。

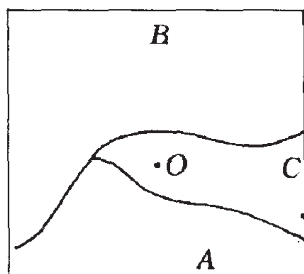


图 8-8 栅格单元代码的确定

中心点法：用处于格网单元中心 O 处的地物类型或现象特性决定属性值。此时该单元属性值确定为 C。此法常用于连续分布的地理要素，如降雨量分布、大气污染等。

面积占优法：以占单元面积最大的地物类型或现象特征决定格网单元的属性值。如图 8-8 所示单元，此时取值为 B。面积占优法最适合分类较细、地物类别斑块较小的情况。

重要性法：根据格网单元内不同地物的重要性，选取最重要的地物类型代表相应的格网单元的属性值。这种方法对于特别重要的地理实体，尽管其面积很小或不在格网中心，也采取保留的原则。重要性法常用于具有特殊意义而面积较小的地理要素，特别是具有点、线状分布的地理要素，如城镇、交通枢纽、河流水系等。

为了逼近原图或原始数据精度，除了采用上述几种取值方法外，还可以采用缩小单个格网单元的面积，即增加格网单元总数的方法，这样行列数也相应增加，减少混合单元，可以提高量算的精度，更接近真实形态，表现更细小的地物类型。然而增加格网个数、提高精度的同时也带来了一个严重的问题，那就是数据量的大幅度增加，此时需采用信息压缩编码方法。

8.3.3 栅格数据的直接存贮及压缩编码方式

直接栅格编码是最简单、最直观而又非常重要的一种栅格结构编码方法，通常称这种编码的数据文件为栅格数据文件。直接栅格编码就是将栅格数据看作一个数据矩阵，逐行（或逐列）逐个单元记录属性值，可以每行都从左到右记录，也可奇数行从左到右，而偶数行由右向左记录。为了特定目的还可采用其它特殊的顺序。

直接栅格编码简单易行，但由于逐个单元记录，需要行数×列数×属性值字节数 (Byte) 的容量，数据量通常十分庞大。如一幅 4000 行×4000 列、属性值长度为单字节的栅格图像，其容量为 16MB。因此，必须采用某种方法压缩。压缩方法有信息无损编码和信息有损编码之分。信息无损编码是指编码过程中没有任何信息损失，通过解码操作可以完全恢复原来的信息；信息有损编码是指为了提高编码效率，最大限度地压缩数据，在压缩过程中损失一部分相对不太重要的信息，解码时这部分难以恢复。在城市地理信息系统中多采用信息无损编码，而对原始遥感影像进行压缩编码时，有时也采取有损型的压缩编码方法。栅格数据结构不论采用何种压缩方法，其逻辑原型都是直接编码的栅

格数据文件。

8.3.3.1 链式编码（Chain Codes）

链式编码又称为弗里曼链码（Freeman，1961）或边界链码。考虑图8-9中的多边形。该多边形的边界可表示为：由某一原点开始并按某些基本方向确定的单位矢量链。基本方向可定义为：东＝0，东南＝1，南＝2，西南＝3，西＝4，西北＝5，北＝6，东北＝7等八个基本方向。如果再确定原点为像元（10，1），则该多边形边界按顺时针方向的链式编码为：

10，1，7，0，1，0，7，1，7，0，0，2，3，2，2，1，0，7，0，0，0，0，2，4，3，4，4，3，4，4，5，4，5，4，5，4，5，4，6，6

其中前两个数字10和1表示起点为第十行第一列，从第三个数字开始每个数字表示单位矢量的方向，八个方向以0～7的整数代表。

链式编码对多边形的表示具有很强的数据压缩能力，且具有一定的运算功能，如面积和周长计算等，探测边界急弯和凹进部分等都比较容易，比较适于存储图形数据。缺点是对叠加运算，如组合、相交等则很难实施，对局部修改将改变整体结构，效率较低，而且由于链码以每个区域为单位存储的边界，相邻区域的边界则被重复存储而产生冗余。

8.3.3.2 游程长度编码（Run-Length Codes）

游程长度编码（又称游程编码）是按行的顺序存储多边形内的各个像元的列号，即在某行上从左至右存储属该多边形的始末像元的列号。图8-9中多边形按游程长度编码方法的编码为：

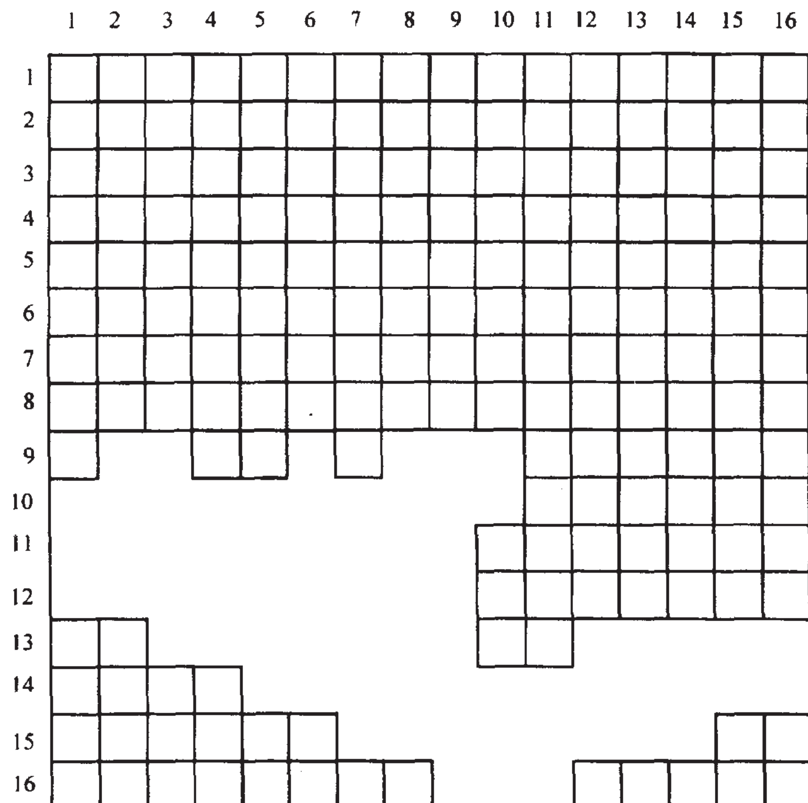


图8-9 栅格地图上的一个简单区域

第 9 行	2，3　6，6　8，10	第 10 行	1，10
第 11 行	1，9	第 12 行	1，9
第 13 行	3，9　12，16	第 14 行	5，16
第 15 行	7，14	第 16 行	9，11

在这个例子中 69 个像元的多边形只用 22 个数值就完整地表示出来了，因而大大减少了存储量。

显然，游程长度编码在许多相邻像元属性值相同的情况下，压缩效率很高。采用游程长度编码，格网加密时，数据量没有明显增加，且易于检索、叠加、合并等操作，但压缩和解压处理工作量都有所增加。

8.3.3.3　块式编码（Block Codes）

块式编码是将游程长度编码扩大到二维的情况，把多边形范围划分成由像元组成的正方形，然后对各个正方形进行编码。

如对图 8-9 所示多边形进行分块和编码，块式编码内容由初始位（行号，列号）和半径，再加上块体单元的代码组成。根据这一编码原则，上述多边形只需 17 个 1 单元的正方形，9 个 4 单元的正方形和 1 个 16 单元的正方形就能完整表示。如果该区域是一片森林，用代码 4 表示，则其块式编码为：

(9，2，1，4)，(9，3，1，4)，(9，6，1，4)，(9，8，1，4)，(9，9，2，4)

(10，1，1，4)，(10，2，1，4)，(10，3，4，4)，(10，7，2，4)，(11，1，2，4)

(11，9，1，4)，(12，7，2，4)，(12，9，1，4)，(13，9，1，4)，(13，12，1，4)

(13,13,1,4)，(13,14,1,4)，(13,15,2,4)，(14,5,1,4)，(14,6,1,4)

(14,7,2,4)，(14,9,2,4)，(14,11,2,4)，(14,13,2,4)，(16,9,1,4)，

(16，10，1，4)，(16，11，1，4)

一个多边形所能包含的正方形越大，多边形的边界越简单，块式编码的效果越好。游程和块式编码都对大而简单的多边形更有效，而对那些碎部较多的复杂多边形效果并不好。块式编码在合并、插入、检查延伸性、计算面积等操作时有明显的优越性。然而对某些运算不适应，必须再转换成简单数据形式才能顺利进行。

8.3.3.4　四叉树编码（Quadtree Encoding）

四叉树编码又称为四分树、四元树编码。它是一种更有效地压缩数据的方法。它将 $2^n \times 2^n$ 像元阵列的区域，逐步分解为包含单一类型的方形区域，最小的方形区域为一个像元。图像区域划分的原则是将区域分成大小相同的象限，而每一个象限又可根据一定规则判断是否继续等分为次一层的四个象限。其终止判据是，不管是哪一层上的象限，只要划分到仅代表一种地物或符合既定要求的几种地物时，则不再继续划分，这一过程可一直分到单个栅格像元为止。这种分块过程示于图 8-10。块状结构用四叉树来描述，习惯上称为四叉树编码（如图 8-11）。

所谓四叉树结构，即把整个 $2^n \times 2^n$ 像元组成的阵列当作树的根结点，n 为极限分割次数，$n+1$ 为四分树的最大高度或最大层数。每个结点有分别代表西北、东北、西南、东南四个象限的四个分支。四个分支中要么是树叶，要么是树叉。树叶用方框表示，它说明该四分之一范围全部在某一多边形内（黑色四方块）或全部在某一多边形外（空心四方块），因此不再划分这些分枝；树叉用圆圈表示，它说明该四分之一范围内，部分在多

图 8-10　连续四等分过程

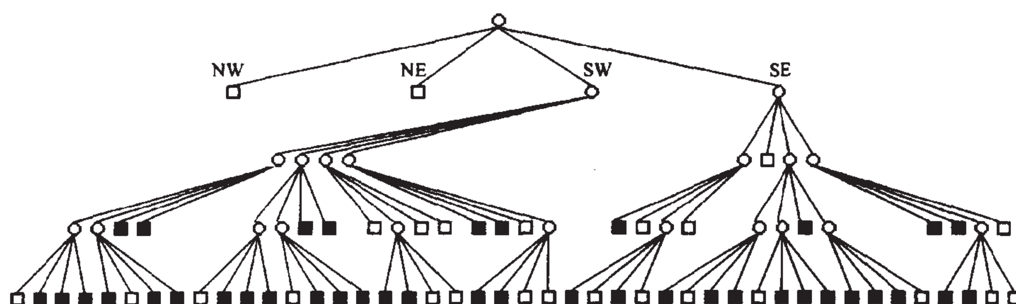


图 8-11　四叉树结构

边形内，另一部分在多边形外，因而继续划分，直到变成树叶为止。

为了在计算机中既能以最小的冗余存储与图形对应的四叉树，又能方便地完成各种图形操作，专家们已提出多种编码方式。下面介绍美国马里兰大学地理信息系统中采用的编码方式。该方法记录每个终点（或叶子结点）的地址和值，值就是子区的代码，其中地址包括两个部分，共占有 32 位（二进制），最右边四位记录该叶子结点的深度 n，即处于四叉树的第几层上，有了深度可以推知子区的大小，地址由从根结点到该叶子结点的路径表示。0，1，2，3 分别表示 NW，NE，SW，SE，从右边第五位开始 $2n$ 字节记录这些方向。

如图 8-10 第 23 个叶子结点深度为 4，第一层处于 SW 象限记为 2；第二层处于象限 NW，记为 0；第三层处于象限 NE，记为 1；第四层处于象限 SE，记为 3，以二进制为表示

20 位　　　　　　8 位　　　　4 位

0000...　　10 00 01 11　　　0100

上述二进制换算成十进制整数为 2164。这样，记录了各个叶子的地址，再记上相应的属性值，就记录了整个图形，并可在此编码的基础上进行多种图形操作。

四叉树编码有许多优点：一是容易而有效地计算多边形的数量特征。二是阵列各部分的分辨率是可变的，边界复杂部分四叉树分级多，分辨率也高，而不需要表示的细节部分则分级少，分辨率低。因而既可精确表示图形结构，又可减少存储量。三是直接栅格编码到四叉树编码及四叉树到简单栅格编码的转换比块式编码等其它压缩方法容易。四是多边形中嵌套不同类型小多边形的表示较方便。

参 考 文 献

[1] 侯阳．微机图形文件格式集粹．学苑出版社，1993

[2] 邬伦、任伏虎等．地理信息系统教程．北京大学出版社，1994

[3] 张超、陈丙咸、邬伦．地理信息系统．高等教育出版社，1995

[4] 萨师煊等．数据库系统概论．高等教育出版社，1985

附录1　几种常见图形图像数据交换格式*

常见的图形图像数据格式有BMP，GIF，TIFF，WMF，DXF，TAG，HPGL等，篇幅所限，这里仅将属于栅格格式的BMP，GIF，TIFF和矢量格式的DXF列举说明如下。由于一般图形图像格式均非为描述地理空间而设计，没有地理属性内容，也没有地理坐标及拓扑关系定义。一般只能定义相对坐标位置和用颜色代表地理属性或分类，用于地理信息系统数据交换时需作相应处理。

1. BMP

Microsoft 设备独立位图（Microsoft Device Independent Bitmap）文件可以包含每个像素1位、4位、8位或24位的图像。其中1，4和8位图像有彩色映像（颜色索引表），而24位图像则是直接彩色。

由于这些文件通常在Intel的86系列计算机上使用，所以它们使用Intel的约定：低字节存贮在先，并且没有字对齐。每一个文件含有一个文件头、一个位图头、一个彩色映像（除非图像是24位直接彩色）和图像。Windows 3.x格式文件中的图像可以用RLE方法压缩。

1）文件头

所有的DIB文件含有一个公共的文件头，见附表1-1。

附表1-1　Windows 的 BITMAPFILEHEADER 文件头

偏　移	长　度	名　称	描　述
0	2	bfType	ASCII字符串"BM"
2	4	bfSize	用长字（4字节单位）表示的文件大小
6	2	bfReserved1	零
8	2	bfReserved2	零
10	4	bfOffBits	位图图像开始处的字节偏移

2）位图头

文件头后面为位图信息结构（BITMAPINFO），包括位图头（BITMAPINFOHEADER）和可选的彩色映像。位图头的描述见附表1-2。

附表1-2　Windows 的位图头结构

偏　移	长　度	名　称	描　述
14	4	biSize	这个头的大小，40个字节
18	4	biWidth	图像宽度的像素值

* 本附录内容主要引自侯阳《微机图形文件格式集粹》。

续附表 1-2

偏　移	长　度	名　称	描　述
22	4	biHeight	图像高度的像素值
26	2	biPlanes	图像位平面数目，必须为 1
28	2	biBitCount	每个像素的位数目，1，4，8 或 24
30	4	biCompression	压缩类型，见下面的说明
34	4	biSizeImage	压缩图像的大小的字节值
38	4	biXPelsPerMeter	水平分辨率，和每米的像素数目表示
42	4	biYPelsPerMeter	垂直分辨率，用每米的像素数目表示
46	4	biClrUsed	使用的彩色数目，见下面的说明
50	4	biClrImportant	“重要”颜色的数目

彩色映像：使用每个像素 1，4 或 8 位的图像必须有一个彩色映像。彩色映像的大小一般分别为 2，16 或 256 个表项，但如果图像不需要一个彩色全集，则可以更小些。如果 biClrUsed 实段为非零，则它包含使用的颜色数目，同时它也是彩色映像是直接 RGB 彩色。biClrUsed 字段可以是非零，以提供一个建议的颜色表大小。

由于显示设备可能不具备图像所需的那么多颜色，因此彩色映像中的表项应该是最重要的颜色在先。biClrImportant 字段如果不为零，则指出了对于好的图像重新生成有多少种颜色是重要的。

彩色映像每个表项都有四个字节，见附表 1-3。

附表 1-3　Windows 的 RGBQUAD 彩色映像表项

偏　移	名　称	描　述
0	rgbBlue	彩色映像表项的蓝色值
1	rgbGreen	彩色映像表项的绿色值
2	rgbred	彩色映像表项的红色值
3	rgbreserved	零

3）位图数据

位图数据在文件中的位置由文件头结构中的 bfOffBits 字段指定。数据可以是不压缩的，或者 4 位和 8 位的图像可以使用一种 RLE 压缩方法。

位逻辑地（没有压缩时也是物理地）存入一行。每行被填充到一个四节边界。

(1) 每个像素一位的位图 每个像素只有一位，每字节有 8 个像素。字节中的最高位对应于最左边的像素。

(2) 每个像素四位的位图 没有压缩的图像是每个字节有两个像素，高四位为最左边的像素，且每行填充到一个四字节边界。

压缩了的图像采用一个 RLE 编码格式，由一系列的组构成。组的类型有三种：重复组、文字组和特殊组。

重复组由两个字节组成。第一个字节是像素计数，第二个字节是一对像素。该组用第一个字节表示像素的个数，第二个字节为 2 个像素。例如，十六进制字节：

05　24

表示像素

2　4　2　4　2

文字组由一个零字节、一个像素计数字节和文字像素组成。像素计数必须至少为3（一个或两个像素可以用重复组编码）。文字像素用0填充到一个偶数字节边界。例如，十六进制字节：

00　05　12　34　50　00

（注意填充到偶数字节）表示像素

1　2　3　4　5

特殊组序列00 00表示一行的结束。特殊组序列00 01表示位图的结束。特殊组序列00 01 *xx yy*是一个位置增量，说明把图像向右继续*xx*像素和向下继续*yy*像素是一个位置增量，说明把图像向右继续*xx*像素和向下继续*yy*像素。

（3）每个像素八位的位图 没有压缩的图像为一个字节一个像素，每行填充到四字节边界。

压缩了的图像使用RLE编码格式，由一系列组构成。有三种类型的组：重复组、文字组和特殊组。

重复组由两个字节组成，第一个字节为像素计数，第二个字节为像素值。例如，十六进制字节：

05　24

表示像素

24　24　24　24　24

文字组由一个零字节、一个像素计数字节和文字像素组成。像素计数必须至少是3。文字像素用0填充到偶数字节边界。例如，十六进制字节：

00　05　12　34　56　78　9A　00

（注意填充到偶数字节）表示像素

12　34　56　78　9A

特殊组序列与四位的位图一样。

（4）每个像素24位的位图 每个像素为3个字节，顺序依次为蓝、绿和红的值。每行用0填充到四字节的边界。

2. GIF

GIF是图形交换格式（Graphics Interchange Format）的缩写，属于栅格图像格式类型，最早为CompuServe网络中的在线传输服务，而并非任何应用程序的主要格式，但是许多应用程序可以从GIF转换或转换成GIF。

GIF提供足够的信息，并很好地组织这些信息，使得许多不同的输入输出设备能够方便地交换图像。由于CompuServe网络的广泛流行，许多平台包括计算机与UNIX工作站都支持GIF。利于存贮，对于实现比较直观（虽然LZW压缩方法增加了复杂性）。GIF支持24位彩色，由一个最多256种颜色的调色板实现，图像大小最多是64k×64k个像素点。GIF的特点，包括LZW压缩、多图像的定序或覆盖、交错屏幕绘图以及文本覆盖。

GIF 主要是为一个数据流而设计的一个传输格式，而不是作为文件的存贮格式，换句话说，它具有顺序的组织形式。

GIF 有五个主要分量以固定顺序出现。所有分量由一个或多个块（block）组成。每个块由第一个字节中的标识码或特征码标识。这些分量的顺序为：头块、逻辑屏幕描述块、可选的“全局”色表块（调色板）、图像数据块（或特殊目的块）以及尾块（结束码）。

（1）头块，识别数据流为 GIF，并指示早期版本的 GIF 译码程序（87a 或 89a）需要适当的地映示后面的数据。

（2）逻辑屏幕描述块定义了涉及后面图像的一个图像平面的大小、纵横尺寸比以及彩色深度（它模拟产生图像的监视器屏幕）。它还指明后面跟随的是否是“全局”色表。

（3）全局色表，如果存在，构成一个 24 位 RGB 三联体的调色板（一种原色一个字节）。如果后面的图像没有其自己的“局部”调色板，那么全局色表就是缺省调色板。

（4）后续数据作为“图形”或“特殊目的”块出现。图形块典型地包含位图图像数据，也可能是覆盖的文本。特殊目的块既包含一个专用应用程序码，还包含一个不可打印的注释。

当数据是图像时（大多数情况如此），有三个分量块以下列顺序出现：图像描述（图像的大小和调色板以及它在逻辑屏幕中的位置），可选的“局部”色表（只为这个图像服务的调色板），以及用 LZW 方法压缩的位图数据。位图数据分成若干个最多 256 个字节的“子块”。数据还要包括 LZW 算法所使用的专门的“清除码”（clearcode）。

对于多个图像，重复这个序列。当专门的图像顺序或覆盖将要完成时，详述这个操作的一个“图形映示块”就加在图像之前。

（5）最后的尾块只是值为 3B（bex）的一个字节，表示数据流结束。

3. TIFF

TIFF 是标记图像文件格式（Tagged Image File Format）的缩写，属位图（栅图）图像类型，常用于桌面排版以及与之相关的应用程序的数据交换。由 Aldus 和 Microsoft 联合开发和积极支持。1988 年 8 月 8 日发行 5.0 版，1992 年春天发行 6.0 版。使用平台为 Macintosh、PC 和 Unix 工作站平台。对于图形介质之间的存贮和交换非常高效；对于不相关的应用程序和平台之间的交换常常不可靠。

TIFF 主要的优点是适合于广泛的应用程序，它与计算机的结构、操作系统和图形硬件无关。它可以处理黑白、灰度和彩色图像，允许用户针对一个扫描仪、监视器或打印机的独特性能进行调整。TIFF 也同样防止差错。因此，对于介质之间的数据交换，TIFF 进位图格式是最佳选择之一。

TIFF 的全面性也产生了一些问题，它需要大量的编程工作来全面译码。例如，TIFF 数据可以用几种不同的方法压缩。为了达到有活力或功能全面，一个 TIFF 读出程序（读取 TIFF 文件的程序代码）必须支持这些不同的压缩方法。

由于 TIFF 格式过于复杂，篇幅所限，这里仅作简介如下：

TIFF 格式有三级体系，从高到低，级别为：文件头，一个或多个称为 IFD 的包含标记指针的目录以及数据。

体系的最高层是文件头，只包含三个表项：一个代码，指明字节顺序（低字节在先

还是高字节在先)；一个把文件标识为 TIFF 文件的编码号；以及一个指向图像文件目录(Image File Directory，IFD) 的指针。IFD 提供一系列的指针（索引)，这些指针告诉我们各种有关的数据字段在文件中的开始位置，并给出每个字段数据类型(例如，1 字节整型）及长度。这种方法允许数据字段定位在文件的任何地方，可以是任意长度，并可以包含各种不同的信息。例如，一个指针可能指向彩色调色板数据的 768 字节字段；另一个可能指向扫描仪的 64 字节灰度修正曲线。在一个文件中可能有几个相关的图像，这就要求有同样数目的 IFD。IFD 中的最后一个表项指向任何一个后续的 IFD。

每个指针有一个标记值－－指明所指数据字段类型的一个编码号。TIFF 规程列出了所有正式的、非专属的标记值，给予它们有用的名字(如 SamplesPerPixel，十进制值为 277)，描述指针所识别的数据以及告知数据是如何组织的。

在数据层有五种不同类型的数据字段：基本类、信息类、传真类、文本存贮和恢复类以及“不再推荐”类。这些字段提供了各种数据范围，从像素值到大小，直到 ASCII 说明。

4. DXF

DXF——绘图互换格式 (Drawing Interchange Format)。

由于 Autodesk 的 AutoCAD 在 PC 机上广为流行，所以 DXF 交换格式得到其它 CAD 程序的广泛支持，甚至得到其它计算机平台的支持。该标准的公布于众，对于非 CAD 应用程序存取工程绘图有很大的价值。它具有一种矢量格式所具有的全部优点，再加上作为 3-D 矢量格式的优点，因此可以处理真 3-D 形状，包括线框和实平面。

它对图形可用彩色码赋值，使图形与一个 256 色的表相关联，但彩色表不必与 RGB 或其它彩色模块的彩色光谱相关联。

DXF 格式有两种格式：ASCII 和二进制。

AutoCAD 有一个用于写 DXF 文件的选项(其它的 CAD 程序常常也有这个选项)，它将 DXF 数据限制在实体（形状）中。这样的文件更加紧凑，并且能满足图形交换的目的。

比起其它的图像格式，DXF 更加是一种语言或一个图形元文件，也就是说，文件中数据的确切位置和顺序并不是特别重要。不过跟一种语言一样，术语出现的上下文关系才是主要的；代码有许多不同的意义，要根据当时被交流的信息的类型。例如，代码“10”在描述一个圆时与在描述直线时的意义是不同的。

DXF 文件中的每一个东西都由被称作“组”的对组成。每一组都有一个组代码，后面是一个称为组值的数字或字符串：

Group：

GROUP CODE

GROUP VALUE

组码是一个 ASCII 整数（二进制 DXF 中为二进制)，指示后面跟的值的类型。组码的特定范围为特定类型的数据而保留。例如，范围 0-9 的组码表示后面跟的是一个 ASCII 字符串；特定的码指该字符串用于什么。组码和组值之间用一个回车/换行字符对分开。DXF 文件中的数据按照下列方法组织：

HEADER 节：包含的大部分信息对于非 CAD 应用程序来说没有任何价值，许多信

息是与文本和定尺寸有关的。有时将它一起忽略。

TABLES 节：定义特定的通用常量，如绘图“层”（layer）、观察角度和距离、坐标系统以及尺寸风格。像 HEADER 节一样，这个节有时也可以忽略。

BLOCKS 节：按名字定义实体组，同时它也可以包含实体。现在它还没有得到广泛使用，但由于它允许绘图的模块化，所以正越来越流行。

ENTITIES 节：通过使用点、线、圆、弧等定义实际的三维或二维几何体（实体），并包括把实体的层和/或块连接的数据。

由于种种原因，可以跳过 HEADER 节和 TABLES 节。交换几何形状（称为实体）的主要节是 ENTITIES 节；不过 BLOCKS 节也可以含有实体。HEADER，TABLES 和 BLOCKS 节即使为空也常常给出，以备许多应用程序以后使用。在使用时，节就按上面给出的顺序出现。

1）头变量

在 AutoCAD 11 版中有 150 多个变量可以在 DXF 文件的 HEADER 节中定义。但相当少的变量与交流纯粹的图形数据有直接关系，而这些有关系的变量在附表 1-4 中给出。非 AutoCAD 程序很少使用头变量，常常只是列出实体颜色（$CECOLOR）。有些程序连头变量一起忽略，所有的头变量为 ASCII 值，前面加有组码 9。

附表 1-4　DXF 头变量

变　量	后续组码	后续组值的说明
$CECOLOR	62	实体的彩色数目，256≥BYLAYER，0≥BYBLOCK
$CELTYPE	6	实体的线类型，ASCII 描述符，如 CONTINUOUS、另外还有 BYBLOCK 和 BYPLAYER
$EXTMAX	10，20，30	X，Y，Z 最大值；实际图形范围
$EXTMIN	10，20，30	X，Y，Z 最小值；实际图形范围
$PLIEWID	40	多边形的缺省宽度
$SHADEDGE	70	0——表面阴影
		1——表面阴影
		2——表面阴影，边沿为黑
		3——表面为实体颜色，边沿为黑色
$TRACEWID	40	Trace 实体的缺省宽度
$UCSNAME	1	当前的 UCS 名
$UCSORG	10，20，30	X，Y，Z；当前的 UCS 原点（在 WCS 中）
$UCSXDIR	10，20，30	X，Y，Z；当前的 UCS 的 X 轴矢量（在 WCS 中）
$UCSYDIR	10，20，30	X，Y，Z；当前的 UCS 的 Y 轴矢量（在 WCS 中）
$VIEWCTR	10，20	X，Y，11.0 版本以前的当前视图的中心
$VIEWDIR	10，20，30	X、Y，Z；11.0 版本以前的当前视图的方向
$VIEWSIZE	40	11.0 版本以前的当前视较的高度

一个典型的 DXF 文件以 HEADER 节开始，如：

0

SECTION

2

HEADER

9

$CECOLOR

62

0

0

ENDSEC

2) TABLES 节

在 DXF 文件的 TABLES 节中，有各种不同类型的表。用于交换图形信息的有 LTYPE、LAYER、VIEW、UCS 和 VPORT 表。这些表可以有任意多个，而且它们可以以任何顺序出现。TABLES 节的结构如下：

0

SECTION

2

TABLES

…

(各个单独的表)

…

0

ENDSEC

单个表如下构造：

0

TABLE

2

(表类型名，如 LAYER)

70

(后跟表项的最大数目)

0

(又一个表类型名，如 LAYER)

2

(用户赋值的名字或数字，如 WIRING)

(各种组码和值)

…

0

ENDTAB

3) BLOCKS 节

一个 DXF 文件的 BLOCKS 节，只用于组织实体到命名组。作为块一部分的实体在这

里记录，而不是在 ENTITIES 节。一个 BLOCKS 节按下列方式组织：

0

SECTION

2

BLOCK

0

BLOCK

2

（用户赋值的块名）

70

（忽略）

…

（单独实体）

…

0

ENDBLOCK

0

ENDSEC

4）ENTITIES 节

这个节是实际几何信息存在的地方，并构成 DXF 文件的主体。ENTITIES 节按下列方式组织：

0

SECTION

2

…

（单独实体）

…

0

ENDSEC

几何实体主要有：POINT，LINE，CIRCLE，ARC，TRACE，SOLID，POLYLINE，VERTEX 和 SEQUEND 以及 3DFACE。

单个实体的格式为：

0

（实体名，如 LINE）

8

（用 ASCII 表示的层名或数字，如 0）

（相关的组码和值）

所有的实体可以包含附表 1-5 中的任意组。

附表 1-5　常用实体组

组　　码	后续组值的意义
6	线型名（如 CONTINUOUS）或 BYLAYER 或 BYBLOCK
38	高度（*Z*），用于 11.0 版本以前的实现；缺省为 0
39	线宽
62	彩色号码，或者 BYLAYER，或者 0 表示 BYBLOCK
67	0 或忽略表示模型空间实体；1 表示纸空间
210，220，230	平面实体对于 ECS 的（*X*，*Y*，*Z*）空出（*Z*）方向矢量“忽略”表示 *Z* 坐标轴平行于 WCS 的 *Z* 坐标轴

附录 2　城市地理信息系统参考交换文件数据格式

我国尚未形成城市地理信息系统数据交换格式标准，以下是数据交换格式一例，仅作为参考。

1. 空间数据文件记录方式

从文件起始，依次记录以下内容：

（1）文件头

（2）编码名称

（3）图廓点地理坐标

（4）控制点地理坐标

（5）调色板信息

（6）数据块内容

2. 栅格文件头（共 200 字节）

偏　移	长　度	名　称	描　述
0	2	w—Head	头标识一，为－32767
2	2	c—Flag [2]	头标识二，栅格文件为“DM”
4	2	w—Ver—Num	版本号
6	16	t—Map—Number	图编号
22	64	t—Map—Name	图名
86	4	dw—LBPointX	左下坐标 *X*
90	4	dw—LBPointY	左下坐标 *Y*
94	4	dw—LUPointX	左上坐标 *X*
98	4	dw—LUPointY	左上坐标 *Y*
102	4	dw—RUPointX	右上坐标 *Y*
106	4	dw—RUPointY	右上坐标 *Y*
110	4	dw—RBPointX	右下坐标 *Y*
114	4	dw—RBPointY	右下坐标 *Y*
118	4	dw—MinCode	编号（或数据）的最小值
122	4	dw—MaxCode	编号（或数据）的最大值
126	2	w—NumScale	数值放大率
128	4	dw—OffSet	数值偏移量，实际值等于数据块中记录除以放大率减偏移量
132	4	f—Meter—Per—Pixel	像素分辨率
136	2	w—Zoomed—Time	显示的放大缩小倍率

续表

偏　移	长　度	名　称	描　述
138	2	w—DplayWidth	显示宽度
140	2	w—DplayHeight	显示高度
142	2	w—IsCompress	压缩代码
144	4	dw—Reserved1	保留代码一
148	4	dw—Reserved2	保留代码二
152	2	w—BitsCount	8，16，24，记录数据格式
154	10	t—Unit	数据单位名称
164	2	w—NameNumber	每一编码的名称，若大于零，则在文件头后有条个字节记录
166	4	dw—Offset	数据块记录起始指针
170	30	t—Reserved	保留

3. 矢量文件头（共 200 字节）

偏　移	长　度	名　称	描　述
0	2	w—Head	头标识一，为－32767
2	2	c—Flag [2]	头标识二，矢量文件为“VC”
4	2	w—Ver—Num	版本号
6	16	t—Map—Number	图编号
22	64	t—Map—Name	图名
86	4	dw—LBPointX	左下坐标 X，数字化仪坐标
90	4	dw—LBPointY	左下坐标 Y，数字化仪坐标
94	4	dw—LUPointX	左上坐标 X，数字化仪坐标
98	4	dw—LUPointY	左上坐标 Y，数字化仪坐标
102	4	dw—RUPointX	右上坐标 X，数字化仪坐标
106	4	dw—RUPointY	右上坐标 Y，数字化仪坐标
110	4	dw—RBPointX	右下坐标 X，数字化仪坐标
114	4	dw—RBPointY	右下坐标 Y，数字化仪坐标
118	4	dw—MinCode	编号（或数据）的最小值
122	4	dw—MaxCode	编号（或数据）的最大值
126	2	w—NumScale	数值放大率
128	4	dw—OffSet	数值偏移量，实际值等于数据块中记录除以放大率减偏移量

续表

偏　移	长　度	名　称	描　述
132	4	f—Meter—Per—Pixel	数字化仪分辨率
136	2	w—Zoomed—Time	显示的放大缩小倍率
138	2	w—DplayWidth	显示宽度
140	2	w—DplayHeight	显示高度
142	2	w—FileType	文件类型代号，为点、线、面
144	4	dw—TotalLineNumber	总共线的数目
148	4	dw—TotalPointNumber	总共点的数目
152	2	w—BitsCount	8，16，24，记录数据格式
154	10	t—Unit	数据单位名称
164	2	w—NameNumber	每一编码的名称，若大于零，则在文件头后有 NameNumber 条记录
166	4	dw—Offset	数据块记录起始指针
170	30	t—Reserved	保留

4. 编码名称

当文件的数据记录不具有数字特征，而表示属性指针时，可以在此记录每一编码的名称，如对于中国政区图而言可有：15，山东等。

偏移	长　度	名　称	描　述
0	4	dw—Point [0]	指针一
4	32	t—Name [0]	名称一
36	4	dw—Point [1]	指针二
40	32	t—Name [1]	名称二
72	4	· · ·	
76	32	· · ·	

5. 图廓点地理坐标

字节数	名　称	描　述
2	w—GeoInfor—Flag	标识坐标记录方式为经纬网或方里网
2	w—Type—Of—Projection	投影方式标识
48	w—Frame—Location1 [4] [2] [3]	图廓地理坐标，经纬网数据，度，分，秒依次记录，可为负数，若均为零，则无该数据（图廓点顺序：左下，左上，右上，右下）
32	dw—Frame—Location2 [4] [2]	图廓地理坐标，方里网，若均为零，则无该数据

6. 控制点地理坐标

字节数	名　　称	描　　　述
2	w—Control—Point—Num	控制点数目，≤24
2	b—GeoInfor—Flag	标识坐标记录方式为经纬网或方里网
4	dw—GCPPointX [0]	第一个控制点的在图像或图形上的位置（X 坐标）
4	dw—GCPPointY [0]	第一个控制点的在图像或图形上的位置（Y 坐标）
4	dw—GCPPointX [1]	第二个控制点的在图像或图形上的位置（X 坐标）
4	dw—GCPPointY [1]	第二个控制点的在图像或图形上的位置（Y 坐标）
4	·······	
2*6	w—GCP—Location [0] [2] [3]	第一个控制点地理坐标（同时兼容经纬网和方里网两种格式）*
2*6	w—GCP—Location [1] [2] [3]	第二个控制点地理坐标
	······	

*若为经纬网，度，分，秒依次记录，可为负数；若为方里网 ，则前两个整数组合而成方里网数据。[KH*2] [HT]

7. 调色板信息

字节数	名　　称	描　　　述
2	w—PalNumber	颜色数
4	dw—Pal [0]	第一种颜色码，用（R，G，B）表示
4	dw—Pal [1]	第二种颜色码
4	·······	

8. 数据块内容

（1）若为栅格数据，则开始直接记录数据，支持直接编码和游程压缩和其标准压缩方式。

（2）若为矢量数据，则数据块以以下方式记录（每记录字节数见文件头，可为 1，2，4 字节）。

点、线标识，为 10000	系统线（点）号，从零起记录
左码，或特征码	右码，或为零
线的最小 X 坐标*	线的最小 Y 坐标*
线的最大 X 坐标*	线的最大 Y 坐标*
线型号	线颜色码
线的第一点 X**	线的第一点 Y**
线的第二点 X	线的第二点 Y
···	···

* 若为点则统一为零

* * 若为点则无第二点……

9. 属性数据交换文件格式

属性数据文件交换格式采用DbaseIII的单表结构，并采用关键字段与空间数据建立联系，其结构如下：

属性数据的文件头记录了该数据文件的记录的总数，头结构长度，对应于每个图类的记录长度以及各个属性字段的信息，头结构的长度为：

32＋属性字段数 * 32＋2

每个字段的信息由32个字节描述：

0～10字节	字段名称
11字节	字段类型
12～15字节	字段数据地址
16字节	字段长度
17字节	小数位数
18～31字节	保留

每一条记录以如下方式记录：

(1) 各类别记录的第一个字节是空格符；

(2) 各个字段的数据连续地存放在各条记录中，没有任何分隔符和终止符；

(3) 字符型和数字型数据都以ASCII码存放。

属性数据表中必须具有一个字段作为关键字段与空间数据建立联系，字段名称可以由各系统指定。

第九章　城市地理信息系统硬、软件环境

若以计算机为核心来看城市地理信息系统的组成，可以划分为四个部分：计算机硬件、计算机软件、数据和系统的组织管理与服务等。系统的硬件和软件是构成城市地理信息系统的重要部分和物质基础，在一定意义上决定了系统的建设和提供服务的成败，是必须慎重考虑选择和开发的。

计算机、输入/输出设备和网络设备等组成整个硬件环境。计算机发展迅猛，种类非常之多，从大型和中型机、小型和超小型机、服务器、工作站到各种类型的微机均在可选择的范围之内。输入、输出设备最基本的是数字化仪、显示器和绘图机，其种类和功能也是丰富多样的。以数字化仪为例，有跟踪式的数字化仪和扫描式的数字化仪。数字化信息还可从解析测图设备、遥感图像处理设备、野外测绘设备和全球定位系统（GPS）等来源获取，从城市地理信息系统角度看，这些设备也可看作是数字化设备之一。图形显示和绘图输出设备则有跟踪式的绘图机、静电绘图机、喷墨绘图机、图形终端、大屏幕显示器和打印机等。此外，磁盘机、光盘机、磁带机、网络设备等也都是组成整个硬件环境的重要组成部分。从这里可以看出，根据实际需要和经费状况，慎重选择和适当搭配硬件环境是十分重要的。

城市地理信息系统软件环境由系统软件和应用软件构成。系统软件主要包括计算机操作系统、编译系统、编程语言、网络软件（网络协议、网络管理软件等）系统、数据库管理系统、应用程序接口（API）等；应用软件包括地理信息系统基础软件、二次开发软件和应用分析模型等。

总的来说，城市地理信息系统硬软件环境的选择应根据城市大小、用户需求、经费状况、技术力量和未来的扩展计划等因素综合考虑决定。一般规模大、要求高、功能强的硬软件环境的价格高；反之，其价格较低。小规模的城市地理信息系统选高档的硬软件环境是一种浪费；大规模的城市地理信息系统选用低档的硬软件环境则难以胜任，往往事与愿违。

由于城市地理信息系统硬软件环境是建立城市地理信息系统的物质基础，在系统建设初期占了很大的投资比例，并决定了系统功能的强弱，用户应在充分分析需求及深入调研比较的前提下选择适宜的硬软件环境。

9.1　软件的选择

现在市场上有数百种地理信息系统软件可供选购，如此之多的软件为城市地理信息系统软件的选择提供了方便，也给如何决策选择带来了困难。为便于对软件环境的比较和选择，可从下述几个方面衡量：

（1）软件的适应性与完备性；

(2) 与硬件的兼容性;

(3) 与其它软件的接口能力;

(4) 模型化能力;

(5) 二次开发能力;

(6) 软件界面的友好性等。

9.1.1 软件功能的适应性与完备性

软件功能的适应性，是指所选软件对用户目标的适用能力，以及对不同用户的通用能力和针对性。对城市地理信息系统的系统软件来说，用户应根据实际需求选择操作系统(如 Windows NT，Windows 95，UNIX，DOS 或其它操作系统)、语言环境(如 Visual Basic，Visual C，FORTRAN 等)、数据库软件(如 Oracle，Informix，Sybase，Foxpro 等)。从城市地理信息系统的应用软件来说，用户应根据实际需求和目标，并考虑数据现状、数据量、用户数、技术力量、经费等因素，选择适宜的城市地理信息系统基础软件，并在其上开发应用。一般来说，软件应能满足各种用户需求才能称为有良好的适应性。但用户情况不一，需求千差万别，就地理信息系统基础软件的适应性来说，用户应注意考虑以下几点:

(1) 是否是地理信息系统基础软件?

(2) 有无数字化能力?

(3) 可否接受遥感信息?

(4) 有无数据库管理功能?

(5) 有无基本的通用分析功能?

(6) 有无自动绘图能力?

(7) 和其它软件系统的接口能力如何?

(8) 系统管理能力如何?

等等。

软件功能的完备性是指软件功能的齐全性和完善性。衡量软件完备性的指标很多，除了前面提及的适应性指标也是用来考察软件的完备性之外，地理信息系统软件的完备性还应包括软件的数据与模型处理的正确性、数据结构、图形分析、数字影像分析、标准支持和输入输出驱动等。

9.1.2 与硬件的兼容性

软件对硬件的兼容性，是指软件系统对不同类型和档次计算机及其外围设备的通用性。也就是说，用户所选的系统软件和地理信息系统应用软件应能运行在不同类型的小型机、服务器、工作站或微机上，并能很好地驱动各种外围设备。目前，封闭式、黑箱式的软件系统已经落伍，软件与硬件的兼容性好坏已成为软件是否受欢迎、可否生存和发展的关键。现在用户对软件的要求是开放的操作系统、开放的数据库、开放的网络软件、开放的地理信息系统基础软件等。开放的含义首先是这些软件与硬件的兼容性。另外，由于计算机和外设种类繁多，许多方面尚没有统一的工业标准，建立城市地理信息系统时，用户往往会拥有不同型号、不同厂家的硬件产品，为实现硬件共享，实现计算

机及外设的最佳利用，就必须通过开放的软件提供硬件之间的接口能力，实现由软件沟通硬件。

9.1.3 与其它软件的接口能力

一种软件与其它软件的接口能力是指软件之间产品共享、产品格式互相转换、软件之间互相连接和互相支持的能力。城市地理信息系统是一个庞大复杂的系统，一种系统软件和应用软件常常不能胜任城市地理信息系统的要求，往往存在多种系统软件（如 Windows NT，Windows 95，DOS，UNIX）和地理信息系统应用软件相互结合一起使用，这就要求系统软件与系统软件之间，系统软件与应用软件之间、应用软件与应用软件之间可以相互连接和相互支持。对地理信息系统基础软件来说，这就要求它有多种版本并符合通用标准，以便具备与其它软件接口的能力。

9.1.4 模型化能力

地理信息系统的模型化能力，是指地理信息系统软件所具有的对现实世界和用户需求建立数学模型的方式和方法，以及描述某些因素特征、解释某些现象性态、预测将来发展趋势、方案优化和辅助决策的能力。

城市地理信息系统模型化的一般步骤为：

（1）数据处理　数据输入计算机，进行数据预处理并建立数据库；

（2）图形显示　在统计分析的基础上作出用户问题的图形、图像描述；

（3）拟合分析　采用回归分析的方法和手段与已知或常规的图形、图像拟合，并比较分析；

（4）模型化　根据实际问题提出恰当的假设，并建立问题的数学模型，求得模型化结果；

（5）分析检验与预测　根据模型化结果与实际结果进行分析检验，修正模型或重新模型化，最后对用户的目标给出优化方案或预测决策方案。

地理信息系统软件的模型化能力就是用来实现上述目标的能力。

9.1.5 二次开发能力

软件的二次开发能力，是指软件为用户提供的用来进行开发实用系统或实用模型的能力。对城市地理信息系统基础软件来说，应提供较好的二次开发能力。因为，用户的需求是多种多样和不断变化的，城市地理信息系统本身应是动态更新和发展的。因此，任何一种地理信息系统基础软件都不可能包罗万象，不可能完全满足用户的各种目的和要求。所以，一个好的地理信息系统基础软件不仅应提供强大的数据存贮、组织、管理、操作和分析能力，还应提供很好的二次开发能力。二次开发能力可从以下几个方面来考察：

（1）提供方便、多种的二次开发语言环境；

（2）提供丰富的直接调用函数或专用的二次开发模块；

（3）提供良好的应用程序接口（API）。

9.1.6 用户界面的友好性

用户界面的友好性是衡量一个软件优劣的重要标志之一，系统软件和应用软件的界面友好性很大程度上影响城市地理信息系统的实用性。因为，用户界面是用户和系统交流的通道，是系统的外观表现和具体操作平台，而城市地理信息系统的用户是多种多样的，许多最终用户并不熟悉地理信息系统的专业知识，他们只关心如何使用系统以及系统的实用性和正确性。因此，良好的用户界面是城市地理信息系统应用的关键之一。用户界面的友好性可从以下几个方面来考察：

(1) 用户界面简洁、美观；

(2) 用户界面提供帮助（Help）信息；

(3) 提供系统命令提示功能或图标菜单；

(4) 提供系统错误检验能力；

(5) 提供系统命令行处理能力；

(6) 提供系统菜单，菜单应简单、容易操作；

(7) 提供系统批处理方式等。

9.1.7 汉字处理能力

对我国城市地理信息系统来说，无论是输入（图形、属性）还是输出（图形、图表、文字），绝大多数为汉字格式。因此，系统软件和应用软件必须有良好的汉字处理能力，衡量软件的汉字处理能力可从以下几个方面来考虑：

(1) 界面菜单的汉化情况；

(2) 汉字库的支持（多汉字库、多字型）；

(3) 汉字与西文的切换能力；

(4) 汉字的处理功能等。

9.1.8 几种地理信息系统基础软件简介

目前市场上有数百种地理信息系统基础软件，这里仅介绍几种国外地理信息系统基础软件产品（如表 9-1 所示）和几种国内地理信息系统基础软件（如表 9-2 所示）。

9.2 硬件的选择

计算机硬件发展非常迅速，城市地理信息系统快速发展的主要原因之一也得益于计算机硬件性能的大幅度提高和价格的不断下降。硬件好坏的衡量指标很多，这里主要从以下几个方面考虑：

(1) 硬件性能指标；

(2) 与其它硬件的兼容性；

(3) 与软件的兼容性；

(4) 硬件接口；

(5) 网络化能力等。

表 9-1　国外一些 GIS 产品状况*

产品名	生产厂家	首次安装年代	计算机平台			操作系统				数据结构					栅格矢量综合			标准的支持			
			小型机	工作站	PC	UNIX	NT	Windows	DOS	栅格	拓扑矢量	非拓扑矢量	TIN	3－D	栅→矢	矢→栅	矢栅叠量	X－Windows	SQL	SDTS	ISO
MGE	Intergraph(美)	1967	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ARC/INFO	环境系统研究所(美)	1962	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
iero Statior	icrostation(美)	1967		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RDAS IM AGINE	ERDAS(美)	1992		✓		✓			✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓			
FRAMME	intergraph(美)	1987		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
GDS	EDS(美)	1981	✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Genamap	Genasys(澳大利亚)	1986		✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Mapinfo	Mapinfo(美)	1987			✓	✓		✓	✓			✓				✓			✓		
Systomy 9	Computervision(美)	1987		✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

* :摘自 1994 年《International GIS Sourcebook》.

表 9-2　几种国内地理信息系统软件产品状况介绍*

产品名	计算机平台		操作系统			数据采集				数据结构					栅格矢量转换		图象	数据库	多用户	用户界面		
	工作站	微机	DOS	Win-dows	NT	手扶数字化	扫描数字化	RS	GPS	栅格	矢量	多媒体数据	TIN	DEM	栅格→矢量	矢量→栅格	处理	互连	户网络	软件提示	在线帮助	汉字界面
WINGIS		✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓				✓	✓	✓
MAPGIS		✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓				✓		✓
INTREAL	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓			✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
CITYSTAR		✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
GEOSTAR		✓		✓		✓		✓		✓	✓		✓	✓						✓	✓	✓

* :摘自 1996 年《地理信息世界》第一期.

9.2.1 硬件性能指标

硬件性能是城市地理信息系统建立过程中采用的计算机及外围设备的效能。这些性能主要从以下方面衡量：

(1) 计算机CPU种类及个数　　如Pentium芯片、单CPU、双CPU等；

(2) 采用CPU的主频　　如66MHZ，100MHZ，150MHZ，200MHZ等，主频越高，运算速度越快；

(3) 计算机内存大小　　如8MB，16MB，32MB，64MB，128MB等，内存越大，性能越好；

(4) 计算机硬盘大小　　如IGB，2GB，4GB等，硬盘越大，则存贮容量越大；

(5) 图形处理器内存如8MB，16MB，32MB，64MB等，图形处理器内存越大，图形处理速度越快。

(6) 图形卡　　如ID图形卡、3D图形卡等，图形卡种类不同，相应的图形显示等功能也不同；

(7) 计算机总线　　如ISA总线或ESA总线等，总线不同，支持的计算机部件的标准和性能也不相同；

(8) 网卡　　如10Base-T，100Base-T，数值指标越大，可传输速率越大；

(9) 磁盘机　　如$3\frac{1}{2}$寸磁盘驱动器、$5\frac{1}{4}$寸磁盘驱动器，不同的磁盘机类型应使用相应的磁盘；

(10) 光盘机　　可擦写光盘机、只读光盘机、一次写光盘机等；

(11) 串行口、并行口及其数量　　串行口、并行口的种类和数量决定了其与外接设备连接的标准和数量；

(12)扫描仪幅面及分辨率如A0幅面、A1幅面、A4幅面等和400dpi，800dpi，1000dpi等，幅面型号不同，可扫描图形大小不同，分辨率标志越大，分辨率越高；

(13) 绘图仪　　如静电绘图仪、喷墨绘图仪、热敏绘图仪等，按幅面又可分为A0幅面、A1幅面、A4幅面等，不同型号绘图仪对绘图纸有相应要求，不同幅面绘图仪决定了相应最大绘图的图纸尺寸；

(14) 磁带机　　如8毫米磁带机、4毫米磁带机等，不同型号的磁带机使用相应的磁带；

(15) 打印机　　如针式打印机、喷墨打印机、激光打印机等；

(16) 鼠标、光笔等其它计算机外围辅助设备等　　根据其品牌不同，性能也有差异。

9.2.2 与其它硬件的兼容性

一种硬件与其它硬件的兼容性，是指计算机及其外设与其它计算机及外围设备的可连接性、共享性和通用性。目前计算机硬件生产中有许多工业标准，这些工业标准可用来保证硬件之间的兼容性，但硬件生产中还有许多指标没有工业标准或不可能有工业标准，这时往往要通过专用的驱动软件或用这些软件进行配置来实现硬件之间的兼容性。建立城市地理信息系统时，硬件的选择应顾及硬件之间的兼容性，以便共享或充分利用硬

件资源。

9.2.3 与软件的兼容性

城市地理信息系统的硬件与软件的兼容性是指计算机硬件对系统软件和应用软件的适应性，即多种系统软件和应用软件可在同一台计算机上正常运行的能力或计算机外围设备对多种系统软件和应用软件的适用能力。如一种计算机可运行多种操作系统（如 Windows NT，Windows 95，Windows 3. X，DOS，UNIX 等）和多种地理信息系统基础软件，则认为这种计算机有较好的与软件兼容性。由于系统软件和应用软件的更新很快，为充分利用硬件，用户在采购硬件时应顾及与软件的兼容性。

9.2.4 硬件接口

硬件接口是指硬件之间相互连接、相互沟通的设施，起到一种计算机硬件与另一种计算机硬件的沟通作用，如计算机的串行口、并行口、集成式多媒体接口、网络接口等。由于城市地理信息系统一般是一个多用户综合系统，为实现城市地理信息系统信息管理、传输等目的，需要各种硬件接口来组合最佳的硬件环境。

9.2.5 网络化能力

网络化功能是指城市地理信息系统在网络环境下实现信息收集、存贮、处理和传输的能力。一般说来，城市地理信息系统是一个网络系统，不但各子系统的形成和联系需要网络化功能，系统中各层次子系统之间的联系也需要计算机的网络化功能。衡量城市地理信息系统的网络化功能有许多指标和因素，这里主要从以下几个方面来考察：

(1) 网络模型　　一般按开放系统连接（OSI）模型；

(2) 网络拓扑结构　　总线形、星形、环形等，不同结构各有优缺点。一般说来，总线形费用低，易扩展，但故障难查；星形故障易查，网载独立，但难以扩展；环形全联接，适于实时传输，可靠性高，但费用高，结构复杂；

(3) 通讯协议　　包括媒体协议（如以太、Token 环、FDDI 等）、传输协议（如 TCP/IP，IPX/SPX 等）、客户/服务器协议（如 Net BIOS，RPC，SPX 等）和网络操作系统；

(4) 网络内部连接　　如中继器、网桥、路由器、网关等；

(5) 网络结构　　如国际网、国家网、广域网、局域网等，城市地理信息系统多为广域网或局域网。

9.3 系统配置原则和方案

9.3.1 系统配置原则

城市地理信息系统是一个复杂的综合应用工程，其系统的配置应遵循技术上稳定可靠、投资少、见效快、立足现在和顾及发展的原则。技术上稳妥可靠是指采用国内外经过各种考验实践已证明其为成熟的硬件与软件，同时以满足本城市地理信息系统的技术目标为准则，不单纯追求最高档设备与最新颖软件，尽可能做到多用途，同时又少冗余为好；投资少、见效快即根据储备的资金和技术力量，选择恰当的配置，能较快地收到

实际效果；立足现在、顾及发展是指应以完成目前的要求为主，选择适用的切合本市条件的配置，并顾及系统的可扩展性和可维护性，以便将来系统的开放和发展。

9.3.2 系统配置方案

城市地理信息系统配置的基本结构如图 9-1 所示。

图 9-1 所示的城市地理信息系统配置基本结构从下到上为从基础到应用的层次结构。

根据城市地理信息系统的具体目标和规模，可以选择不同的具体硬软件配置方案，这里作为例子，给出城市地理信息系统的大、中、小三种配置方案，以供参考。

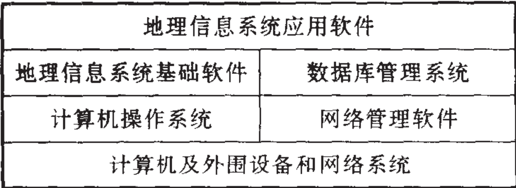


图 9-1　城市地理信息系统配置的基本结构

9.3.2.1　较大规模的城市地理信息系统配置

较大规模城市地理信息系统配置有如下特点：

(1) 多种操作系统并存。如兼有 Windows NT，Windows 95，Windows，DOS，UNIX 和 OS 等。多种操作系统并存，主要是由于较大规模城市地理信息系统服务于多个部门和专业，而各部门的业务性质和现有软硬件系统通常是不同的，为充分利用现有系统和满足多用户单位的需要，多操作系统并存是一个普遍的现象。实际上，为形成客户/服务器分布式结构，多种操作系统并存也是必要的。

(2) 客户/服务器结构和分布式数据库。城市地理信息系统是一个有机组合体，较大规模城市地理信息系统更是如此。为实现信息交换、资源共享、互操作、协同工作和并行处理，客户/服务器结构和分布式数据库处理是较大规模城市地理信息系统的基本特征。

(3) 网络化　一般来说，较大规模的城市地理信息系统是一个网络化的地理信息系统，它可能构成一个局域网或广域网乃至与因特网（Internet）相连。

(4) 具有遥感图像处理功能。一般说来，当最初的软硬件基本配置完成后，城市地理信息系统的主要投资和花费在于数据采集和更新。对较大规模城市地理信息系统来说，仅靠扫描数字化或手扶数字化来完成数据采集和数据更新是困难的，也是不够的。另一方面，遥感、航空摄影测量、卫星影像等图像信息是不断更新的丰富信息源。因此，较大规模城市地理信息系统应有相应的遥感图像处理系统，以完成城市地理信息系统的数据采集和数据维护更新。

(5) 多媒体数据传输能力。地理信息系统应用越来越多地涉及多媒体数据，如对声音、动画、影视信息的播放及处理，以及将地理信息系统数据演示于视频会议等。因此，较大规模城市地理信息系统的配置方案应顾及多媒体数据的传输、映视创造、三维动画和画面制作等。

较大规模城市地理信息系统的配置方案，如图 9-2 所示。

图 9-2 中的配置说明如下：

方框 A 是整个地理信息系统数据处理与管理的中心，以小型机、服务器为核心，带动数台工作站和微机，它有三方面任务：一是作为中央数据处理中心，负责整个系统的

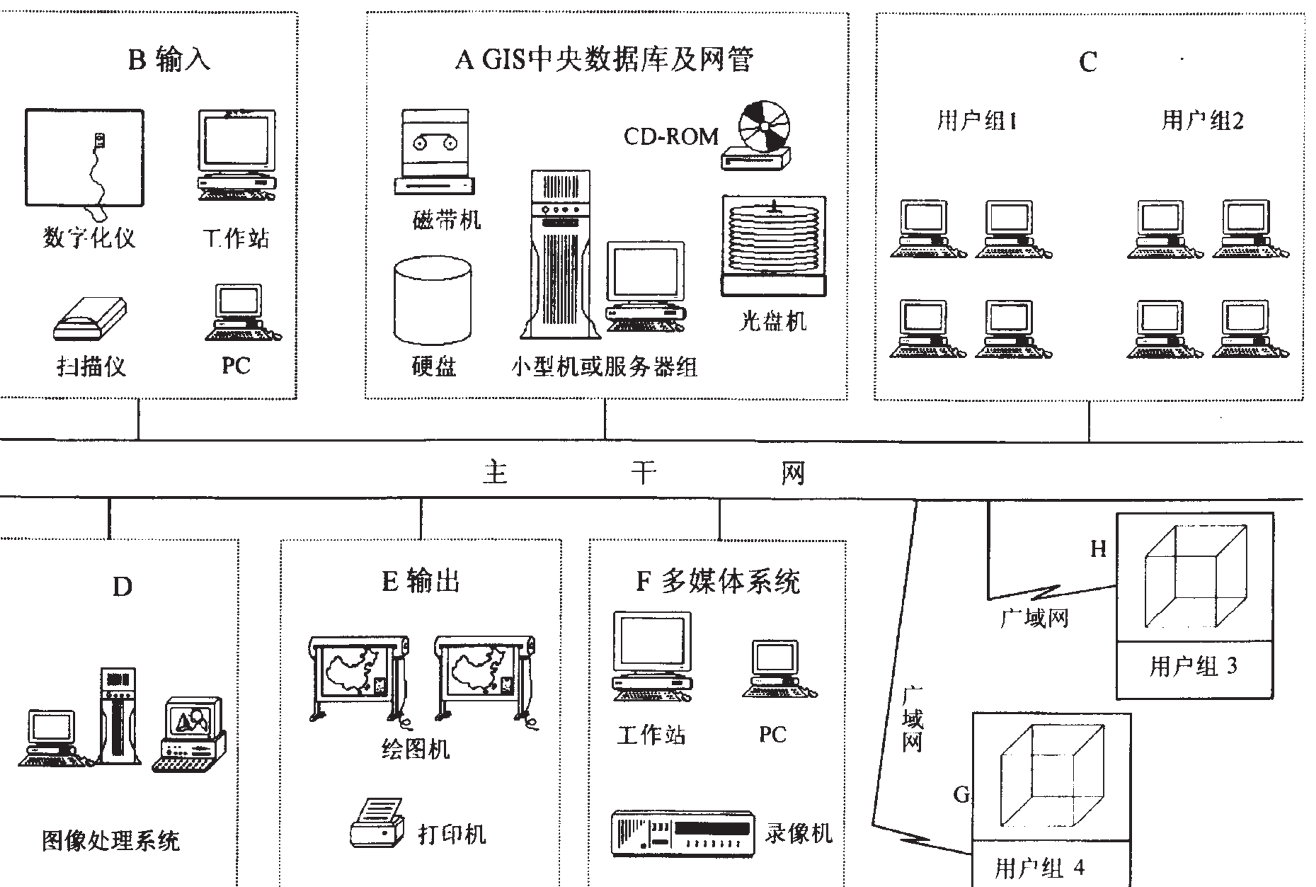


图 9-2 较大规模城市地理信息系统配置方案

数据采集、数据管理、数据检索和数据查询；二是负责城市地理信息系统的动态维护；三是经过网络管理整个系统，并存贮备份数据。

方框 B 的功能用来完成数据输入，由数字化仪、扫描仪等组成。

方框 C 代表用户组。

方框 D 是数字图像处理系统。

方框 E 的功能是用来完成输出。

方框 F 是多媒体系统。

G 和 H 表示远程广域网用户系统。

9.3.2.2　中等规模城市地理信息系统

中等规模的城市地理信息系统不像较大规模城市地理信息系统那么庞大和复杂，一般为地理信息局域网或广域网系统。中等规模的城市地理信息系统配置如图 9-3 所示。

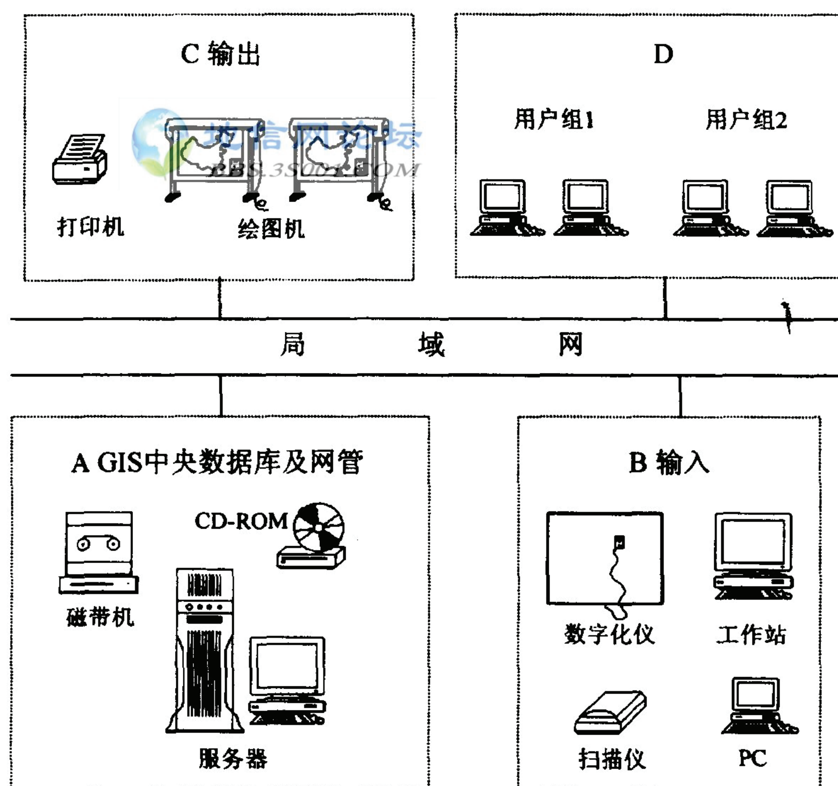


图 9-3　中等规模城市地理信息系统配置方案

图 9-3 中的配置说明如下：

方框 A 是整个城市地理信息系统的数据处理和管理的中心，由 1 台或 2 台服务器组成，其作用与图 9-2 中的方框 A 类同。

方框 B 是数据输入系统。方框 C 为输出系统。方框 D 为用户组。

9.3.2.3　小规模城市地理信息系统的配置方案

小规模城市地理信息系统配置较中等规模城市地理信息系统配置更为简单，一般为地理信息系统局域网，小规模城市地理信息系统配置如图 9-4 所示。

从图 9-4 可见，小规模城市地理信息系统是最基本的城市地理信息系统，具有地理信

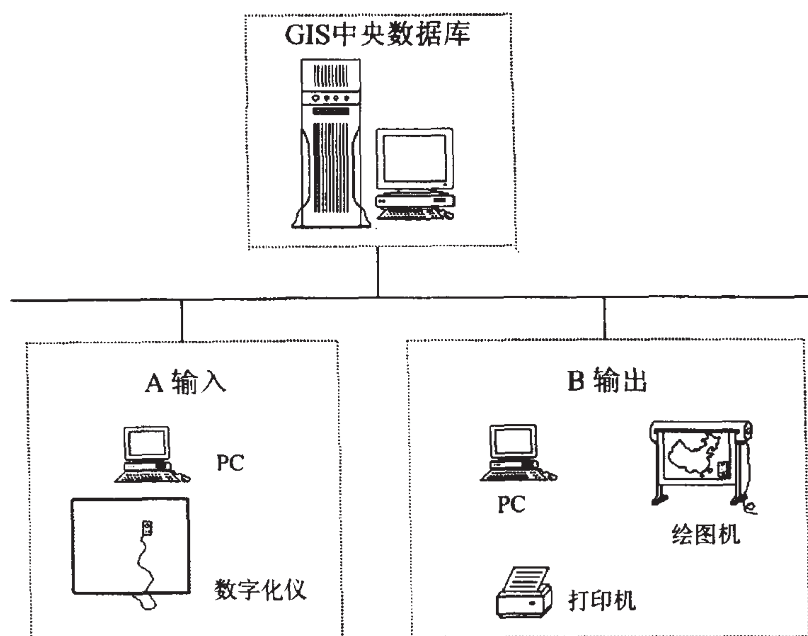


图 9-4　小规模城市地理信息系统配置方案

息系统数据输入、存贮、管理、分析、输出的基本功能。从网络角度看，小规模城市地理信息系统是一个局域网络系统。

参 考 文 献

[1] 汤子瀛. 计算机网络技术及应用. 电子大学出版社，1995

[2] 马明栋. 城市地理信息系统理论与实践研究. 中国科学院地理研究所博士生论文，1996

[3] 萨师煊等. 数据库系统概论. 高等教育出版社，1985

第十章　城市地理信息系统的数据质量

数据是地理信息系统最基本和最重要的组成部分，也是一个地理信息系统项目中投资比重最大的部分。数据质量的好坏，直接影响着系统应用分析结果的可靠程度和系统应用目标的真正实现。

对于城市地理信息系统，由于其操作对象具体，功能目标明确，应用范围集中于城市区域，比例尺较大，数据质量对应用结果的影响非常明显，在数据质量方面的要求也就更高。所以，城市地理信息系统的数据质量控制问题，就具有更重要的意义。

地理信息系统的数据质量控制涉及数据源及数据产品的质量，包括数据质量的内容、衡量标准、表示方法、质量问题的来源和类型、影响因素，数据质量的检验、评价及控制方法等。

本章主要从地理信息系统数据使用者的角度考查和研究数据质量问题。在对地理信息系统的数据质量问题进行整体概述后，按照地理信息系统的数据使用流程，并结合城市地理信息系统的数据和应用特点，对城市地理信息系统的数据质量问题、质量控制以及数据质量的检验进行论述。

10.1　地理信息系统的数据质量概述

10.1.1　数据质量的含义

地理信息是对现实世界的抽象和表达。由于现实世界的无限复杂性和模糊性，以及人类认识和表达能力的局限性，这种抽象和表达总是不可能完全达到真实值，而只能在一定程度上接近真值。而且，真值往往是不可知的或不可测的，因此误差总是存在着。

所以，地理信息系统数据质量的好坏不是一个绝对的概念，目前比较公认的定义是指数据对特定用途的分析和操作的适用程度。

10.1.2　与数据质量有关的基本概念

在论及数据质量的好坏时，人们常常使用误差或不确定性的概念，数据质量问题在很大程度上可以看作数据误差问题。而描述误差最常用的概念是准确度和精密度。

(1) 误差　　误差反映了数据与“真实值”之间的差异。误差是常用的数据准确性的一种表达方式。

(2) 数据的准确度　　数据的准确度被定义为结果、计算值或估计值与真实值（或可视作真值的值）之间的接近程度。

(3) 数据的精密度　　数据的精密度指数据表示的精密程度，亦即数据表示的有效位数。它表现了测量值本身的离散程度。

由于精密度的实质在于它对数据准确度的影响，同时在很多情况下，它可以通过准

确度而得到体现，故常把二者结合在一起称为精确度，简称精度。

（4）不确定性　　不确定性可以认为是真值的不能被肯定的程度，是自然界各种实体或现象本身固有的属性，在形式上它一般是包含了真值的一个范围。这个范围越大，数据的不确定性就越大。不确定性还没有一个统一的定义，其含义比较广泛，数据的误差、数据和概念的模糊性及不完整性都可视作不确定性问题的内容。

不确定性可以看作一种广义的误差，包含了可度量和不可度量的误差，也包含了数值和概念上的误差。

10.1.3　数据质量的内容

城市地理信息系统的数据质量主要包括以下六个方面的内容：

（1）数据情况说明　　指对数据说明的全面性和准确性。要求对数据的来源、数据内容及其处理过程等作出准确、全面和详尽的说明。

（2）位置精度　　或称定位精度，为实体的坐标数据与实体真实位置间的接近程度，常以空间三维坐标数据精度来表示，包括数学基础精度、平面精度、高程精度、接边精度、形状再现精度（形状保真度大小）、像元定位精度（分辨率）等。平面精度和高程精度又可分为相对精度和绝对精度。

（3）属性精度　　指实体的属性值与其真值相符的程度，属性精度通常取决于数据的类型，且常常与位置精度有关，包括要素分类与代码的正确性、要素属性值的正确性及名称的正确性等几个方面；

（4）逻辑一致性　　指数据关系上的可靠性，包括数据结构、数据内容、空间属性和专题属性，尤其是拓扑性质上的内在一致性；

（5）数据完整性　　指地理数据在范围、内容及结构等方面覆盖所有要求的方面的完整程度，包括数据范围、数据分层、实体类型、属性数据和名称等方面的完整性；

（6）时间精度　　主要指数据的现势性。可以通过数据采集时间和数据更新的时间和频度来表现。

因为地理要素是定义在空间（几何位置）、专题（属性）和时间三个维度之上的，所以用以表达地理要素的地理数据，其质量的各方面内容也必然与这三个维度相对应。时间精度属于数据时间维度方面的内容，位置精度属于数据空间维度方面的内容，属性精度属于数据专题维度方面的内容，而数据的逻辑一致性和完整性以及数据情况说明则涵盖了地理数据三个维度方面的内容。

10.1.4　影响地理信息系统数据质量的因素

地理信息系统的数据质量问题，实际上是伴随着数据的采集、处理与应用过程而产生并表现出来的。根据这一过程，可以把地理信息系统的数据质量问题划分为三个阶段：第一个阶段是地理信息系统数据的采集和保存；第二个阶段是地理信息系统数据库的建立，包括数字化、数据录入和必要的数据转换；第三个阶段则是地理信息系统中数据的操作、分析和处理。每一个阶段都包含前一个阶段所带来的原有误差，并增加了本阶段所引入的新的误差因素。因而，数据质量的影响因素可以以数据获取和应用过程的这三个阶段为线索来考查。每一个生产或应用过程，都通过影响数据质量六个方面的全部或

一部分而影响到数据质量的好坏。

（1）地理信息系统数据源影响数据质量的因素

地理信息系统的数据源，通常包括外业测量记录的数字化数据、图纸、图像和文档材料等。地理信息系统数据源的质量问题，包括这些数据源的采集和生成过程中产生的误差，如测量中由测量方法、仪器及人员操作带来的误差，遥感的系统误差及干扰误差，文档材料在社会调查和统计时产生的误差，地图本身固有的误差（包括数学基础的展绘、编绘、清绘、制图综合、地图复制以及套色误差），遥感解译过程中产生的定位和分类误差等等，以及数据源在保存过程中产生的误差，如图纸变形误差等。

（2）地理信息系统数据库建立中对数据质量产生影响的因素

由于技术方法和设备条件的限制，地理信息系统所采用的数据源，主要还是来自图纸和调查、统计资料。这类数据源，必须经过数字化和数据录入以及二者之间的连接配准，也许还要经过一定的格式转换，才能进入地理信息系统，成为地理信息系统数据库中的原始数据。

地理信息系统的原始数据是指地理信息系统数据库建成时所包含的基本的数字化数据。它未经过任何地理信息系统的分析处理。地理信息系统的原始数据可以直接由测绘或制图部门、国家统计部门或各有关专业管理部门以数据的形式提供，这种方式在发达国家已比较普遍；也可以由地理信息系统建设单位根据图形、图像或文档资料自行数字化得到，目前我国的情况多属此类。

这一部分数据质量问题，包括地理信息系统数据获取、数字化和数据录入以及数据格式转换所引起的质量问题。影响这部分数据质量的因素主要在于数字化仪器精度、数字化方法以及数字化操作精度、统计数据录入中的差错等。这类数据质量问题相对比较简单，影响因素容易发现，可控制程度相对较高。

（3）地理信息系统分析和处理过程产生的数据质量问题

在地理信息系统分析和处理过程中，可能影响其数据质量问题的因素包括计算、拓扑、叠加。这一部分的数据质量问题，是由地理信息系统的分析和处理过程引入的，问题比较复杂，影响因素较隐蔽，产生的误差也比较难估计。

以下几节就以这三个阶段为线索，结合城市地理信息系统的一些特点来论述城市地理信息系统数据质量的有关问题。

10.2 城市地理信息系统数据源的质量问题

目前，城市地理信息系统数据主要有图形数据和属性数据两大类。图形数据包括基础数据和专题数据，如测量数据、地图数据和遥感图像数据等。这些数据的各种数据源都带有一定的误差因素并将之引入城市地理信息系统的数据库中。另外，数据源在时间精度（即现势性）和数据空间范围与数据内容方面，若不能满足城市地理信息系统应用的需要，也会严重影响系统数据和应用结果的质量。关于这一阶段的数据在精度方面的质量问题，可以从不同的地理信息系统数据来源进行考查。

10.2.1 图形数据的质量问题

10.2.1.1 测量数据的质量问题

测量数据主要指使用大地测量、GPS、城市测量、摄影测量和其他一些测量方法直接量测所得到的测量对象的空间位置信息。这部分数据的质量问题，主要是空间数据的位置误差。

空间数据的位置通常以坐标表示。该位置的坐标对与其经纬度表示之间存在确定的转换关系。在以标准椭球体和标准地球体代表地球真实表面和空间时，已引入了一定的误差因素。这种误差因素无法排除，一般也不作为误差考虑。

测量方面的误差通常考虑的是系统误差、操作误差和偶然误差。

(1) 系统误差的产生与一个确定的系统有关，由于环境因素（如温度、湿度和气压等)、仪器结构与性能以及操作人员技能等方面的因素影响而产生。系统误差不能通过重复观测加以检查或消除，只能用数学模型模拟和估计。

(2) 操作误差是操作人员在使用设备、读数或记录观测值时因粗心或操作不当而产生的。应采用各种方法检查和消除操作误差。一般地，操作误差可通过简单的几何关系或代数检查验证其一致性，或通过重复观测检查并消除操作误差。

(3) 偶然误差是一种随机性的误差，由一些不可见和不可控制的因素引入。这种误差具有一定的特征，如正负误差出现频率相同、大误差少、小误差多等。偶然误差可采用随机模型进行估计和处理。

10.2.1.2 地图数据的质量问题

地图数据是指由现有地图数字化产生的数据。地图数据质量问题中，不仅含有地图固有的误差，还包括图纸变形、图形数字化等误差。

(1) 地图固有的误差　　是指用于数字化原图的地图本身所带有的误差，包括：控制点误差、投影误差、展绘控制点误差、编绘误差、清绘误差、地图复制误差、分色版套合误差等。这些误差在相应的制图和制印规范中都有明确的规定，但由于这些误差间的关系很难确定，所以很难对其综合效果作出准确评价。如果假定综合总误差与各类误差间存在线性关系，即可采用误差传播定律来计算总误差。

(2) 材料变形产生的误差　　这是由于图纸的大小随着湿度和温度的变化而变化所引起的。温度不变的情况下，若湿度由0%增至25%，则纸的尺寸可能改变1.6%。纸的膨胀率和收缩率并不相同，即使湿度又恢复到原来的大小，图纸也不能回复原来的尺寸。一张90cm长的图纸因湿度变化而产生的误差可能高达1.46cm。在印刷过程中，纸张先随温度的升高而变长变宽，又由于冷却．而产生收缩，最后，图纸在长、宽方向的净增长约为1.25%和2.5%，变形误差的范围为0.24～0.48mm。基于聚脂薄膜的二底图与纸质地图相比，材料变形产生的误差相对较小。

(3) 图形数字化等误差　　见本章10.3.1。

10.2.1.3 遥感数据的质量问题

遥感数据的质量问题，一部分来自遥感观测过程，一部分来自遥感图像处理和解译过程。

遥感观测过程中，本身存在精确度和准确度的限制。这一过程产生的误差主要表现

为分辨率、几何畸变和辐射误差，这些误差将影响遥感数据的位置和属性精度。

遥感图像处理和解译过程中，主要产生空间位置和属性方面的误差。这是由图像处理中的影像或图像校正和匹配以及遥感解译判读和分类引入的，其中包括混合像元的解译判读所带来的属性误差。

专题定位数据应与基础数据空间位置和关系协调一致，并符合实际。

10.2.2 属性数据的质量问题

属性数据是城市地理信息系统的重要数据源，一般由调查统计方法得到，其中存在的数据质量问题主要包括调查随机误差和统计误差，这种误差通常为属性误差。

10.2.3 文档数据的质量问题

文档数据应完整、详细、清晰、无错误，并及时编写。

10.3 城市地理信息系统数据库建立过程中的数据质量问题

对于城市地理信息系统，其数据库的建立可能通过两种途径：由现有的纸介质的图形、图像和文档数据进行数字化和数据录入而建库；或由现有的图形、图像和文档数据直接或通过一定转换而建立数据库。

因此，这部分数据质量问题除了包括城市地理信息系统数据源的固有误差外，还包含数字化和数据转换所引入的误差。

在这个过程中产生的数据质量问题，是城市地理信息系统数据质量问题的最重要的部分，也是城市地理信息系统数据质量控制的重点。

10.3.1 数字化误差

数字化方式主要有手工数字化和扫描数字化两种。

10.3.1.1 数据预处理

在进行地图数字化时，必须采用适当的比例尺因子进行修正。如果从不同的地图上采集信息，应了解地图的投影方式是否一致，比例尺是否匹配，以估计由此可能产生的误差。

10.3.1.2 跟踪数字化

跟踪数字化一般有点方式和流方式两种工作方式，在实际生产中使用较多的是点方式。用流方式进行数字化所产生的误差要比点方式大得多。影响跟踪数字化数据质量的因素主要是：

（1）数字化要素对象　地理要素图形本身的宽度、密度和复杂程度对数字化结果的质量有着显著影响。例如，粗线比细线更易引起误差，复杂曲线比平直线更易引起误差，密集的要素比稀疏要素更易引起误差等。

（2）数字化操作人员　数字化操作人员的技能与经验不同，所引入的数字化误差也会有较大的差异。这主要表现在最佳采点点位的选择、十字丝与目标重合程度的判断能力等方面。另外，数字化操作人员的疲劳程度和数字化的速度也会影响数字化的质

量。

（3）数字化仪　数字化仪的分辨率和精度对数字化的质量有着决定性的影响。通常，数字化仪的实际分辨率和精度比标称分辨率和精度都要低一些，选择数字化仪时应考虑这一因素。

（4）数字化操作　操作方式也会影响到数字化数据的质量。如曲线采点方式（流方式或点方式）和采点数目（或称采样点密度）等。

10.3.1.3　扫描数字化

扫描数字化采用高精度扫描仪将图形、图像等扫描并形成栅格数据文件，再利用扫描矢量化软件对栅格数据文件进行处理，将之转换为矢量图形数据。矢量化过程有两种方式，即交互式和全自动。影响扫描数字化数据质量的因素包括原图质量（如清晰度），扫描（仪）精度，扫描分辨率、配准精度，校正精度等。

10.3.2　数据转换误差

城市地理信息系统中的数据转换可能有数据结构变换、数据格式转换、数据计算变换等。

（1）数据结构的转换　主要包括栅格向矢量格式转换和矢量向栅格格式转换。栅格向矢量的转换其实就是矢量化，这部分内容在扫描数字化中已讨论过。矢量数据转换为栅格数据，主要产生属性误差和拓扑匹配误差，包括像元属性值错误和边界重复加粗问题。

（2）数据格式转换　主要是指数据在不同文件格式之间的转换。在转换过程中，由于各系统内部数据结构不同和功能差异，往往会造成信息的损失，包括数据精度上的损失。

（3）数据计算变换　指通过各种计算方法对数据进行的处理，包括数据坐标变换、比例变换、投影变换等。变换过程中，由于算法模型本身的局限而引入误差。

10.4　城市地理信息系统分析处理过程引入的数据质量问题

城市地理信息系统的数据库建立后，其中已经包含了数据源和数据库建库所引入的误差。数据库中的多源数据，经过系统的各种分析、处理后，可以形成新的数据和最后产品。在这个过程中还会产生新的数据质量问题，这些问题包括：计算误差、叠加分析引起的数据质量问题以及城市地理信息系统中的误差传播问题。

10.4.1　计算误差

计算机能否按需要的精度存储和处理数据，主要取决于计算机字长。在计算机字长不够的情况下进行许多大数据的运算时，会出现较大的舍入误差。总的来说，数据处理过程中引入的计算误差一般还是较小的，特别是与源数据误差和数字化误差相比，此项误差是可以忽略不计的。

10.4.2 拓扑叠加分析引起的数据质量问题

叠加分析是地理信息系统中很常用的一种分析方法。通过同一地区不同内容的多幅地图的叠加组合，产生新的图形和属性信息。在这个过程中，往往产生拓扑匹配、位置和属性方面的数据质量问题。

由于叠加时，多边形的边界可能不完全重合，从而产生若干无意义多边形。对这些无意义多边形进行处理的结果往往会改变边界线的位置。

叠加后形成的新的多边形，其属性值的确定也可能存在属性组合带来的误差。

10.4.3 城市地理信息系统中的误差传播问题

城市地理信息系统中，由于从数据来源、数据库建立到数据的操作和使用都引入了各种误差因素，因此系统应用分析的最终结果中也包含了这些误差因素的影响。误差传播的研究目的就是研究初始过程和中间过程中引入的误差因素对于最后结果的影响，并模拟误差的变化。

误差传播的应用研究包括确定误差指标、建立误差传播函数，并通过对所生成的地理数据的空间、专题和时间精度的评定来分析误差指标和误差传播函数的实用性。每个误差传播函数的确定主要取决于三个因素：欲研究的特定误差的度量指标、所选择的地理信息系统数据变换函数以及对空间数据误差特性和误差传播机理所作的一组假设。

目前，在误差传播问题方面的应用研究已有不少进展，提出了一些误差传播模式和误差传播函数，如分层误差传播模式、再选择函数、相交函数等。由于对地理信息系统误差传播机理的认识还不够深入，误差传播的很多方面都还处于研究和试验阶段。但是，对于城市地理信息系统的建设者和应用者来说，了解数据的各类误差均会以某种方式在系统中传播并将对系统的最后应用结果的质量产生影响，对理解城市地理信息系统数据和数据产品的可靠性将是十分有益的。

10.5 数据质量分析和控制

10.5.1 数据质量分析和控制的含义及其重要性

数据质量分析和数据质量控制是城市地理信息系统数据质量问题的重要内容。数据质量分析的目的在于分析和了解城市地理信息系统数据库数据和产品中误差的性质、来源、类型和大小以及产生的原因，对系统数据和最终结果中的不确定因素进行模拟和估计，从而了解城市地理信息系统数据的可靠性和可信度。

城市地理信息系统数据质量控制的含义主要指在系统建设和应用过程中，对可能引入误差的步骤和过程加以控制，对这些步骤和过程的一些指标和参数予以规定，对检查出的误差和错误进行修正，以达到提高系统数据质量和应用水平的目的。

10.5.2 数据质量控制的内容和策略

首先，数据质量是一个相对的概念，甚至衡量数据质量的标准也会随具体应用的特点和要求而变化。其次，数据质量本身具有不确定性，除了可度量的空间和属性误差外，

许多质量因素是很不明显或是很难确定的。因此，数据质量问题中，有可以减小甚至消除的误差，也有很难检测和控制的因素。

城市地理信息系统的数据质量控制，是针对其中可度量和可控制的质量问题而言的，主要集中在数据源的选择处理和数字化过程部分。数据质量控制应贯穿于整个数据生产过程中。

10.5.2.1　对数据源的选择和处理

这一步骤中的数据质量控制在于选择质量满足系统和应用要求的数据源，这是决定城市地理信息系统数据质量的关键因素。它可以是未经数字化的测量或地图资料，也可以是已经为数字形式的各种数据。

若采用现有地图，应尽量采用最新的二底图，即使用变形较小的薄膜片基制作的分版图，以保证资料的现势性和减少材料变形对数据质量的影响。

由于数据处理和使用过程的每一个步骤都会保留甚至加大原有误差，同时可能引入新的数据误差，因此，数据源的误差范围至少不能大于系统对数据误差的要求范围。

为了提高城市地理信息系统的数据质量，应逐步减少甚至取消不必要的中间环节，直接从测量数据经编辑处理而建立数据库，而不经由测量、先成图再数字化的途径来建立数据库。这样不仅能够提高工作效率，缩短工作周期，还能减少工作过程所引入的误差，提高数据质量。

10.5.2.2　数字化过程的数据质量控制

数字化过程的质量控制，主要包括数据预处理、数字化设备的选用、对点精度、数字化限差和数据精度检查等项内容。

(1) 数据预处理工作　　主要包括对原始地图、表格等的整理、誊清或清绘。对于质量不高的数据源，如散乱的文档和图面不清晰的地图，通过预处理工作不但可减少数字化误差，还可提高数字化工作的效率。对于扫描数字化的原始图形或图像，还可采用分版扫描的方法，来减小矢量化误差。

(2) 数字化设备的选用　　主要指根据手扶数字化仪、扫描仪等设备的分辨率和精度等有关参数进行挑选，这些参数应不低于设计的数据精度要求。一般要求数字化仪的分辨率达到 0.025mm，精度达到 0.2mm；对扫描仪的分辨率则不低于 0.083mm。

(3) 数字化对点精度（准确性）　　是数字化时数据采集点与原始点重合的程度。一般要求数字化对点误差应小于 0.1mm。

(4) 数字化限差　　包括采点精度、采点密度、接边误差、接合距离、杂草距离、悬挂距离、细化距离以及纹理距离等。接边误差控制，通常当相邻图幅对应要素间距离小于 0.3mm 时，可移动其中一个要素以使两者接合；当这一距离在 0.3mm 与 0.6mm 之间时，两要素各自移动一半距离；若距离大于 0.6mm，则按一般制图原则接边，并作记录。

(5) 数据的精度检查　　主要检查输出图与原始图之间的点位误差。一般要求，对直线地物和独立地物，这一误差应小于 0.2mm，对曲线地物和水系，这一误差应小于 0.3mm，对边界模糊的要素应小于 0.5mm。

10.6　数据质量检验和数据质量报告

10.6.1　数据质量检验

数据质量检验的主要内容包括：定位精度检验、属性精度检验、逻辑一致性与完整性检验、时间精度检验和数据前况说明检验等。检验的方法主要有软件检查和目视检查两种。

10.6.1.1　*定位精度的检验*

（1）数学基础　　数据库内图廓点，公里网、经纬网交点，控制点等的坐标值应正确。方法是将数据库中的相关数据与理论值相比较。输出检查图上的图廓点，公里网、经纬网交点，控制点的点位误差和对角线长度误差不得超过标准。

（2）平面精度　　测量数据（地面测量、摄影测量）采用外业散点法按测站点精度施测。一般每幅图需随机抽查 50 个点和 20 条边。经抽查，地物点对邻近控制点位置中误差及邻近地物点间的距离中误差不得大于相应比例尺测图规范的规定。

现有地图数字化采集的数据，主要是将数字化后的数据分层输出检查图，逐层与原图重叠，采用随机抽样的方法检查数据的位置精度。输出检查图相对于数字化原图的点状目标、线状目标的位移中误差不得大于规定的限差。

在作套合检查时，不宜将经图纸变形改正过的输出检查图与具有图纸变形的数字化原图整幅图套合，最好利用坐标格网作控制，分块套合。

（3）高程精度　　测量数据（地面测量、摄影测量）采用实地检测的方法检验。一般每幅图需随机抽查 50 个点。经抽查，高程注记点和等高线对邻近高程控制点的高程中误差不得大于相应比例尺测图规范的规定。

现有地图数字化采集的数据，所有等高线和高程点的高程值均应正确。输出检查图上的等高线相对于数字化原图上的等高线的位移中误差不得大于规定的限差。

（4）接边精度　　每幅数字地图与相邻图幅的接边不能出现逻辑裂隙、几何裂隙，应自然接边。

任何方式采集的数据，在图幅的接边处均不允许出现逻辑裂隙。几何裂隙超过规范规定的限差时，若为实测数据，应到实地检查改正；若是数字化采集的数据，应对照数字化原图检查改正。

10.6.1.2　*属性精度的检验*

属性精度的检验着重在以下几项：

检查属性文件是否已建立，属性项是否齐全；检查属性项定义（包括名称、类型、长度等）是否正确；逐行检查属性表中各数据项的属性值及其单位是否正确，按照坐标值及属性值等各类型数据自身的允许值域，剔除异常值；输出检查用图与预处理图对照比较，检查属性值是否正确、完整、有效等。

10.6.1.3　*逻辑一致性与完整性的检验*

数据逻辑一致性检验包括属性一致性、格式一致性和拓扑一致性检验。属性一致性检验指有否不满足逻辑规则规定的属性项或属性值；格式一致性检验即检查数据集格式与标准格式的符合程度；拓扑一致性检验即对面拓扑、线拓扑等的检查。具体说此项检

验即检查数据集属性项设置是否正确、顺序是否一致、属性值有否异常值、格式是否符合要求及拓扑关系建立是否正确性。

数据完整性检验主要包括要素完整性和属性完整性检验。要素完整性是指有否多余或缺少的要素类型，及是否有重复输入或漏采集的点、线、面要素；属性完整性是指有否多余或缺少的属性项和属性值。

10.6.1.4 时间精度的检验

检查数据的现势性是否符合设计要求，即各种数据源（文字、数字、图件、空间数据、图像等）、参考资料是否反映实地现状与现状的符合程度。

10.6.1.5 数据情况说明的检查

数据情况说明包括数据来源、获取方法、数学基础、处理过程、更新阶段等内容，通常它作为描述数据的一部分，以电子或普通文档形式存在，在数据生产过程中随时记录。数据检验时应对其是否完备、详尽、真实、准确进行检查。

10.6.2 数据质量报告

数据质量报告的作用在于提供有关数据质量的详细信息，以便用户能够就数据的适用性作出评判。所以报告应从城市地理信息系统数据质量的六个方面提供有关数据准确和详细的说明。

10.6.2.1 数据质量报告的形式

由于数据质量报告将在评价数据的适用性时发挥作用，因而它必须与数据完全分开，能够独立获取．它既可以是电子文件的形式，也可以是打印报告形式。

10.6.2.2 数据质量报告的内容

数据质量报告由数据情况说明、空间位置精度、属性精度、时间精度、完整性和逻辑一致性，以及综合质量评价等六个部分组成。

1）数据情况说明

（1）原始资料情况说明　地理信息系统数据库的数据来源非常广泛。对于数据归属和数据源，应分别加以说明。

a. 数据归属说明　包括数据归属单位名称、信息系统名称、数据库名称、数据库建库日期。

b. 数据源说明　包括测量和制图数据。应说明其数据内容和数据覆盖范围、测量精度、控制点等级、测量密度、使用的坐标系统（平面和高程系统）、比例尺、测量日期和成图日期、数据更新日期、测量和制图或测量单位名称、操作人员和制图人员的姓名。

对于遥感数据，应说明其遥感平台及其平台和轨道参数、数据记录时间和太阳高度角、影像分辨率等。

对于专题数据，应说明其数据内容、来源、统计单位和截止日期、数据提供单位和提供者姓名。

对于转储数据，应说明其数据内容、用途、数据提供单位和提供者姓名，以及有关的数据资料的说明。

（2）数据获取方法说明 包括数字化方式、数字化仪类型和精度、数据格式等。

（3）坐标变换和投影变换说明 若数据经过了坐标变换和投影变换，则应说明变换前

后的坐标系、坐标格式、换算公式及投影参数等。

(4) 数据处理过程说明 若对数据进行过处理，则应说明所有处理过程的名称、方法、精度和结果。

2) 空间位置精度

包括：位置精度记录类型，数字化原图北、东、南、西边的误差和对角线的误差，北、东、南、西边的接边误差，点状目标位置中误差，线状目标位置中误差，高程中误差等。

3) 属性精度

包括：属性完整性和实体目标完整性，即有无差错、遗漏，分别用差错、遗漏个数与抽查个数的百分比表示，误分类情况等。

4) 时间精度

包括各层数据的采集日期和更新日期。

5) 完整性和逻辑一致性

包括逻辑一致性检验的内容和有无拓扑关系、是否完整和正确。

6) 综合质量评价

包括质量评定记录，产品品级，应用情况和适用范围等。

参 考 文 献

[1] 蒋景瞳等译. 美国国家数字制图数据标准. 测绘出版社，1990

[2] 黄幼才、刘文宝. GIS 空间数据误差分析和处理. 中国地质大学出版社，1995

[3] 杜道生、陈军、李征航. RS、GPS、GIS 的集成与应用. 测绘出版社，1995

[4] Morrison, J., The Elements of Spatial Data Quality, 1995

[5] Goodchild, M., and Gopal, S., Accuracy of Spatial Database, 1988

[6] ISO/TC211/SC/WG3, Geographic Information—Part 13: Quality Principles, 1998

第十一章　城市地理信息系统的实施与维护

11.1　城市地理信息系统的实施流程

一个城市地理信息系统经过系统调研、系统设计和论证之后，一般便进入系统开发建设的实施阶段。系统实施是在系统设计的原则指导下，按照总体设计方案和子系统设计方案确定的目标和内容，分阶段、分步骤完成系统开发的过程。系统实施流程说明每一实施阶段的工作步骤，可用流程图详细表示出各个工作步骤之间的联系和相互制约关系等，它是系统能正确执行设计方案，保证按期完成开发任务的技术依据。

11.1.1　硬、软件引进

第九章已经介绍过系统硬软件的配置原则。一般来说，在经费一定，系统开发目标正确的条件下，硬件、操作系统软件及地理信息系统基础软件要同时考虑，制定最佳的配置方案。硬软件选择除了考虑和比较第九章所列的各种技术指标外，实施过程中还应注意同一个城市各子系统之间硬件、软件的兼容，当然最好选用统一型号；硬件、软件最好由同一家公司负责；设备最好分批引进，以适应计算机迅速更新换代的特点；切忌在尚未完成设计之前，先购置大量高档设备和软件，造成积压浪费。

硬、软件引进工作的实施步骤为：制订配置方案→购置（或开发）→安装调试→试运行，其流程图见图 11-1。

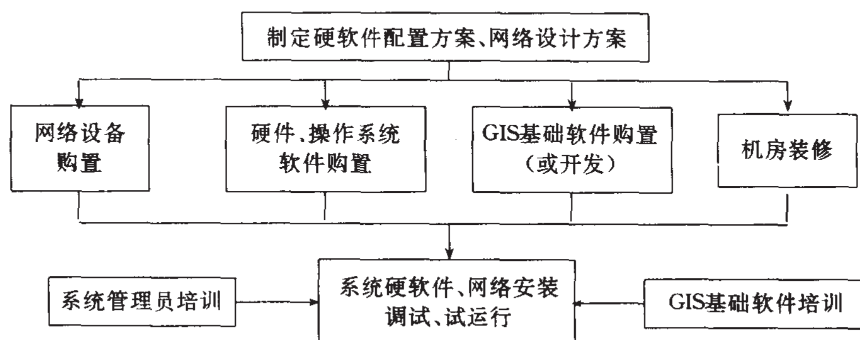


图11-1　实施步骤流程图

硬软件引进工作实施中应注意的问题有：

（1）地理信息系统基础软件对硬件和操作系统均有一定的要求，选择硬件和操作系统时要充分考虑这一因素；

（2）除非原来有较好的基础，否则不提倡从头开始自行研制地理信息系统基础软件。最好从国内外已有先进的商品化软件中挑选，并在此基础上根据本系统的用户需求进行二次开发。

(3) 较大的城市地理信息系统一般要设中心机房，机房装修应由专业人员承担，要符合用电、防火、防静电、防尘、温度、湿度、通风等各项指标要求；

(4) 网络规模应与系统规模相适应，设备应实用，效率高、安全性好；

(5) 尽早安排人员培训，上岗人员必须经过一定程度的培训；

(6) 安装、调试、试运行中发现的问题应及时处理。

11.1.2 系统数据库建立

无论采用何种地理信息系统基础软件，数据库的建立均应包含数据源的选择、预处理、数据采集、数据编辑和库体建立以及贯穿始终的数据质量控制等步骤（见图 11-2)。

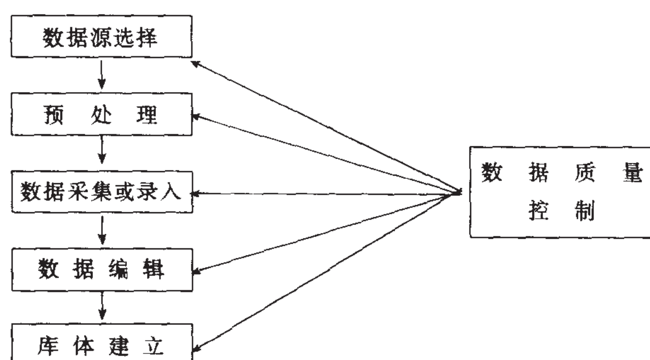


图11-2 数据质量控制

11.1.2.1 *数据源选择*

城市地理信息系统数据源是建立城市地理信息系统数据库所需各种数据的来源。数据源有多种形式，如各种比例尺地形图、专题地图、资料文档、统计报表、遥感影像、野外测量数据、数字摄影测量数据、现有的各种专题和统计

数据库等。不同城市的地理信息系统数据源的差别很大，数据源本身的质量也良莠不齐，应对它们进行分析和筛选。

数据源选择应考虑以下几方面：

(1) 数据源内容　　应按系统设计的目标选择那些内容详尽、完整，且能满足用户应用的原始资料。

(2) 数据源精度、质量　　应选择精度能满足用户需求，坐标系统一致（或易于转换)、质量良好、具有权威性的原始资料。

(3) 数据源现势性　　选择最新的、能反映现势情况的原始资料。

(4) 数据源加工难易程度　　图形资料应选择比例尺接近、易于采集处理的原始图件。若既有分版图，又有全要素图，应优先选用分版图。现有数据资料应选用格式易于转换的。

(5) 数据源介质　　图形资料应优先选择变形小的聚酯薄膜片基的，纸介质的次之。

(6) 数据源形式　　优先选择数字形式的资料。

通过对数据源的分析选择，确定建立城市地理信息系统数据所依据的主要数据源和各种补充资料。

11.1.2.2 预处理

所选择的数据源资料，一般要经过预处理才能借助数字化或其他途径转换成城市地理信息系统数据库可用的数据。预处理工作的内容视所选数据源本身的情况而定。主要内容包括：

(1) 现势更新　　作为数据源的图形资料，特别是各种比例尺地形图，应在数字化前对其进行现势更新，使之尽可能好地反映城市现势情况。

(2) 专题地图转绘　　用作数据源的各种专题地图，由于坐标系统、精度等方面的差异，往往与作为背景基础的地形图不完全一致，无法配准。应在数字化前以地形图为基础，将专题内容进行转绘，使之能与地形图基础协调，为数据的精确配准奠定基础。

(3) 图面处理　　用作数据源的地形图或专题地图，在数字化前，还需进行必要的图面处理，如将不清晰或遗漏的图廓角点标绘清楚，将模糊不清或因模拟形式的局限而中断的各种线状图形进行加工，以减少数字化和数据编辑处理的工作量。

(4) 统计报表整理　　用作数据源的各种专题数据和统计报表，在录入前应进行整理，包括数据项名称、度量单位的统一、统计单元与空间图形匹配、公共项设计等。

(5) 数据转换　　用作数据源的现有数据或数据库，需要根据城市地理信息系统设计，对现有数据（库）的数据项进行选择，对数据项项名、类型、字长等定义进行调整，数据记录格式进行转换等。对于图形数据有时可能还需要做投影转换。对于遥感数据还需要进行几何校正和分类处理。

(6) 制作预处理图　　对于地形图或专题地图上需采集的要素，按规定的分类编码进行选取和标绘，制作预处理图，以便于数字化作业。对于某些地理信息系统软件，需分层存储数据，预处理图应分层制作。

预处理工作的质量高低、完善与否，对下一步数字化作业或数据录入工作有直接影响，应当重视预处理工作。

11.1.2.3 数据采集或录入

数据采集分扫描数字化和手扶数字化两种方式，不论用何种方式采集数据，都应注意以下几方面：

(1) 采集精度符合质量控制的要求。

(2) 采点密度应合理，密度过大会增加不必要的数据量，密度过小会使图形失真，或经数学变换后变形误差增大。

(3) 点状要素应采集符号的几何中心点或定位点；线状要素应沿中轴线采集；面状要素应采集多边形边界和标识点，边线应严格闭合。注意避免按图形符号的图案进行采集，如圆形符号采集圆弧，双线符号采集两条并行线条等。因为这种数据仅能用于输出绘图，而不能用于系统各种空间分析应用。

(4) 图上汉字应作为属性采集，一般不要处理为图面说明注记。如有必要按原图位置写汉字时，可作特殊处理，如人机对话处理或另外采集注记位置点等。如有可能还可通过编写软件，实现汉字的自动注记。

扫描数字化是目前越来越普遍采用的数字化方式，它具有速度快、精度高、劳动强度低等优点。扫描数字化需要一定的设备条件和配套的栅格编辑和矢量化软件。为保证采集数据质量，应规定扫描的最低分辨率和矢量化的采点密度。对用于影像库的影像

(照片）扫描，也不能一味追求分辨率，应综合考虑软硬件的承受能力和查询显示速度。

手扶数字化目前仍在使用，尤其是对较简单的图形要素，手扶数字化比扫描数字化效率更高。此外，更新或补充少量内容时，也常用手扶数字化仪。手扶数字化分点方式和流方式，应结合图形特点分别选用，一般多采用点方式。

屏幕数字化是一种将扫描和手扶数字化结合起来的方法，即以扫描的栅格图形数据为背景，在屏幕上用人机对话方式采集数据。这种方法的优点在于可将图形放大，比较准确地采点，提高精度，减轻劳动强度。

数据录入指统计报表或属性数据的输入。为了统一表的格式，减少差错，最好先编制专用的录入软件。对于易混淆或较长的代码，不要人工逐字录入，应尽量采用灵活的菜单或图标等选择录入方法。

11.1.2.4 数据编辑

由于数据采集和录入过程中，不可避免地会产生错误，进入系统的图形数据或多或少存在一些问题。因此，数据采集、录入完成后，要对其进行必要的编辑处理，以保证数据符合技术要求。数据编辑处理工作是按检查、编辑修改、再检查、再编辑修改、再检查……，循环进行的，直到不再发现问题和错误为止。

图形数据的编辑工作，一般利用地理信息系统基础软件提供的功能，或数据采集软件提供的编辑工具进行。图形数据的编辑工作包括点、线、面数据的增加、删除、移动、连接、相交等。对于带属性的图形数据，在编辑阶段，还要对其属性数据进行增加、删除或修改等。

利用具有拓扑关系的地理信息系统软件建库时，还应建好拓扑关系，并对其进行检查。

扫描数据的编辑处理包括去噪声、彩色校正、矢量化等。

此外，数据的几何校正、投影变换、接边处理等也应该在编辑处理阶段进行。

专题统计数据的编辑处理主要是检查表中记录数据的正确性，进行增加、删除、修改等。

在数据编辑处理阶段，还应该建立和完善图形数据与属性数据或专题统计数据之间的对应连接关系。

11.1.2.5 库体建立

利用所选地理信息系统基础软件提供的库管理功能，将经过编辑处理的图形数据进行入库处理，建成数据库实体。

在库体中，图形数据的存贮单元视地理信息系统基础软件的不同而不同。为便于数据快速查询检索，一般选择某一种空间区域范围作为基本存贮单元，亦称分区。基本存贮单元可以是图幅分幅，可以是某一规则区域，如平面坐标系统中每一平方公里；也可以是不规则区域，如大城市下属的区、县或县下属的镇、街道办事处等行政区域单元。有的软件采用无缝存贮方式，即将数据库复盖的整个区域范围作为一个存贮单元，把所有图幅的图形数据全部连接成一片（分层或不分层）存贮。

考虑到图形数据的复杂性和使用方便，图形数据在库中一般应按总体设计和子系统设计规定的数据分层方案存放。只有当区域范围不大、数据内容简单、数据量小时，才考虑不分层存放的可能性。

专题统计数据和属性数据经过编辑处理后，亦需按照所选用的关系数据库管理软件的要求，进行入库处理，建立各种链接关系、索引表等，以便对数据进行有效的管理和快速查询检索。

为保证数据的安全和保密，在建立数据库实体时，应当同时建立密码和设定权限，控制对数据库的读、写、修改等操作。

11.1.2.6　数据质量控制

为保证数据质量，尽可能避免出现错误和对发现的错误进行修改，应当在建库过程中不断进行检查修改，自始至终加强数据质量控制。

对图形数据进行检查的方法有：

(1) 在屏幕上进行目视检查　　将数据显示在屏幕上，对照原图检查数据的错误，如点、线、面目标丢失和相互关系错误等；

(2) 利用软件进行检查　　主要指利用地理信息系统软件本身的功能，检查数据拓扑关系的一致性；或者开发一些检查程序，检查数据的逻辑一致性和完整性。检查结果应显示或打印出来；

(3) 绘制检查用图进行检查　　利用数据生成绘图文件，绘制分要素或全要素的检查用图，与原图套合进行检查。

上述这些方法，往往交替使用，以便能够对图形数据进行认真、全面地检查。

对专题统计数据和属性数据则主要通过打印表格，对照原始资料进行检查，还可以通过屏幕显示或绘图来发现异常数值。

检查出的各种错误和问题，均应根据原始资料进行修改处理。

对数据的质量检查和修改需要反复进行。最后，还应当组织进行专门的检查验收，从而最大限度地减少错误，确保质量。

建库过程每个步骤的情况、发现的问题及其处理结果等，均应详细地记入数据情况登记表（亦称图历簿）中。

11.1.3　应用管理系统的开发与测试

由总体设计和子系统设计选定的地理信息系统基础软件，一般均是通用性软件，具备多种功能。其中，有些是建立、运行、管理和维护一个城市地理信息系统所必需的，有些则可能是用处不大或暂时无用的。与此同时，还可能缺少某些功能，需要扩充。这就需要根据城市地理信息系统的特点和用户的应用需求，在地理信息系统基础软件的基础上进行二次开发，建立应用管理系统。

需要开发应用管理系统的另一个原因在于，一般的地理信息系统基础软件是面向系统开发技术人员的，大都包含数百条甚至上千条命令，每一条命令又可能需要输入若干参数。为完成某一项功能操作，往往需要输入多条命令。这对于城市地理信息系统的最终用户，无论是业务操作人员、管理人员，还是各级领导，均是非常复杂的和困难的，也是不必要的。而借助于二次开发完成的应用管理系统用户界面，只需通过光标在屏幕上选择适当的图标和输入简单的参数，而无需输入任何复杂的命令，就可以实现本来需要输入多条命令才能完成的功能。

应用管理系统开发是指利用地理信息系统基础软件提供的宏语言进行编程，以各种

菜单形式建立用户界面，实现总体设计和子系统设计确定的各种管理和应用功能。

应用管理系统开发应由熟悉所选地理信息系统基础软件，并且具有丰富的城市地理信息系统开发经验和技巧的技术人员承担。

应用管理系统开发内容包括界面设计、模块开发、测试与联调、试运行和修改等步骤。

11.1.3.1 界面设计

将总体设计和子系统设计方案确定的系统管理和应用功能进行归类，自顶向下逐层分解，先设计出最高一级用户界面，即主界面所应包含内容的功能图标，每一图标实现一类功能。然后，针对每一类功能图标，分别设计其下一级界面，即二级界面上的功能，其上的每个图标实现该类功能某一方面的操作。此后，再设计下一级界面。依此类推，直到最低一级界面，只完成某一基本操作为止。

最高一级用户界面是一个城市地理信息系统的主菜单，反映该系统所具备的主要功能。其余各级界面之间通过不同形式的菜单进行调用。

所有用户界面均应当是全汉化的、友好的。界面的配置应当整洁、美观、清晰、大方、主体突出，使用灵活方便，应当尽可能利用图文声像并举的多媒体技术和动画技术。

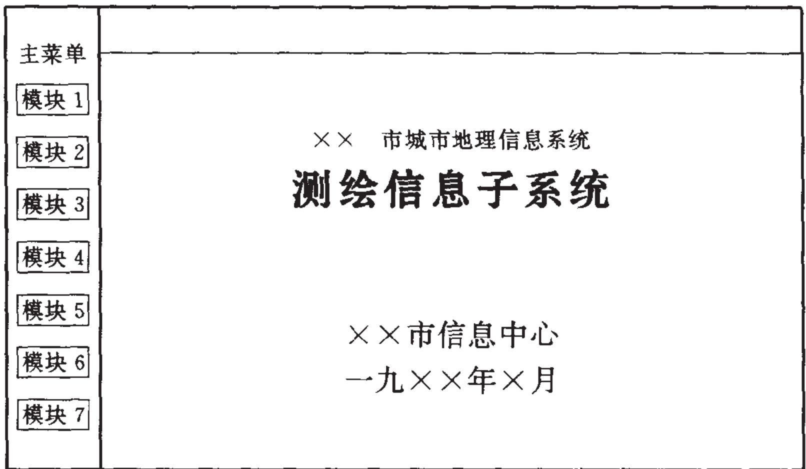


图 11-3 测绘信息子系统主界面

图 11-3 是一个城市地理信息系统测绘信息子系统主界面的例子。它上面的主窗口开始只显示系统的名称。其左侧为一列主菜单功能图标，通过它们可以分别调用测绘管理、地形数据库管理、地名数据库管理、测量控制点管理、数字高程模型管理、数据更新、用户手册查阅（在线帮助）和退出等功能模块。当激活其中一个图标如“地形数据库管理”时，在主窗口上方以下拉菜单方式显示出地形数据库的几级比例尺（如 1∶500，1∶2 000，1∶5 000)。用户用光标选择其中一种比例尺图标后，在主窗口上方重新显示出一行菜单，说明可以调用的功能：分层显示、分类显示、查询检索、开窗、绘图、帮助和返回等。用户选择其中一个功能图标，如“分层显示”，则在主窗口中显示出该比例尺图幅接合表，同时在右上方弹出下拉菜单，显示数据层的名称，以及显示、缩放、退回等功能键。用户用光标在接合表中选择要显示的图幅（一幅或多幅)，并在层名菜单中选择要显示的数据层（一层或多层)，再按“显示”键，便在主窗口中显示出所选图幅和所选

数据层的图形。数据层可以反复选择和显示，以便形成用户满意的图形。通过“缩放”键，还可以将显示的图形开窗、放大、移动（或漫游）等。按“返回”键，则可以逐级回到上一层菜单。在这一过程中，用户所做的仅仅是利用光标在屏幕上选择一级级菜单中的图标或功能键，而无需考虑和输入任何命令，便能完成从数据库中调出某一幅或几幅图的数据，并在屏幕上显示的任务。

这一个例子说明，在地理信息系统基础软件环境中，进行二次开发，建立城市地理信息系统的应用管理系统，借助用户界面，实现应用目标的必要性、可能性和优越性。

用户界面设计应当逐级进行。首先抓住城市地理信息系统或子系统最主要的功能需求，确定主界面第一级菜单应包含的主要功能图标。然后，逐级分解，直到最后一级菜单为止。

11.1.3.2 模块开发

在界面设计的基础上，利用地理信息系统基础软件提供的宏语言，按模块化结构开发应用管理功能。界面设计确定的最高一级界面主菜单中所包含的每个功能均作为一个主模块，其下一级界面上的各种功能作为它的子模块。依次类推，直到最低一级界面上的功能作为基本模块为止。

模块开发可以主模块为单元，一个个地逐步开发。但是，应采用统一设计的全程变量及参数定义。主模块、子模块和基本模块的说明记录应阐明模块名、模块功能、模块类型、输入输出参数、内部和外部调用的子模块名、开发日期、开发者、更新日期、更新者和模块版本号等。

设计和开发模块时，除了要重点考虑系统功能的实现外，还应顾及用户的职权范围，对用户要求的具体功能进行界定，根据系统的功能和用户的职权范围进行模块的划分，并明确不同用户可以使用的不同模块和数据。

在模块设计和开发的同时，开发图形符号库和编写用户手册，供调用。

11.1.3.3 测试与联调

开发完成的每一个模块，均应进行测试。将模块组装成系统时，也应当进行联调和测试。

系统测试是指利用人工或自动的方法执行和评价各个模块的过程。其目的在于验证模块是否满足规定的要求，查看期望的结果与获得的结果之间有无差别，以便最大限度地找出系统在实际运行中可能出现的错误和问题。

应用管理系统的测试工作可分为开发者自行测试和用户试用测试两种。

开发者对所开发系统进行的测试和联调，一般称为a测试。它又可分为三个不同的层次，即单元测试、组装测试和确认测试。

（1）单元测试　主要是对各个模块分别进行测试。重点在于检查模块界面输入输出数据是否符合设计规定，检查模块涉及的局部数据结构的状况，检查模块内部的主要执行路径，包括出错路径。对于测试中发现的问题和错误，应当进行修改，并且重复进行测试和修改，直到不再发现问题为止。

（2）组装测试　在完成单元测试的基础上，将模块按照设计要求组装起来，并进行联调与测试。组装测试的重点在于检查模块之间接口的有关问题，发现公共数据与全程变量引起的模块间干扰和副作用。组装测试时，可采用逐个将模块联入系统、逐步测

试和修改的方法，直至所有模块都正确集成到系统中为止。

（3）确认测试　　重点是检查整个应用管理系统是否达到了系统设计确定的全部要求。测试的对象是系统整体。测试的内容包括：

①功能测试　　检查是否能实现设计要求的全部功能，是否有未实现的功能，以便予以补充。

②性能测试　　检查和评估系统执行的响应时间、处理速度、网路承载能力、操作方便灵活程度和运行可靠程度等。

③安全性测试　　检查系统在容错功能、恢复功能、并发控制、安全保密等方面是否达到设计要求。

开发者自行测试应以系统设计阶段制定的测试大纲和测试数据为基础，检验开发的系统是否与预期的结果相一致。

11.1.3.4　试用修改

最终用户结合实际业务工作进行试用，并在试用过程中发现问题，责成开发者进行进一步修改。这一阶段的试用和测试，一般称为 b 测试。

为此，应用管理系统开发人员应当为用户安装调试好系统实际运行的环境，提供用户手册和测试记录表，为用户进行演示和培训。然后，由用户自行结合其业务工作试用该系统。

试用的期限一般为数周。在这期间，用户试用系统时发现的问题，应当及时填写测试记录。试用和测试期满后，提供给开发者。

开发人员对用户记录的问题，应认真核实，并对确认的错误和问题进行修改和调试，使系统更趋完善。

11.2　城市地理信息系统试运行及完善

11.2.1　城市地理信息系统试运行

城市地理信息系统试运行应由系统开发人员和用户共同进行，在试运行过程中进行正确性完善和适应性完善。试运行的时间应视系统的规模和复杂程度而定，一般为 1～3 个月。

11.2.2　系统正确性完善

系统正确性完善是指系统在运行中出现错误，需要进行的完善。

系统正确性完善应根据系统的规模建立系统完善小组。系统完善小组应由系统开发人员和用户指派的系统维护管理员、系统软件维护人员组成。

系统正确性完善应根据系统完善的要求，确定完善任务范围、所需资源、完善成本、进度安排和其它条件，制定系统完善计划，并应按分析、设计、编程和测试等步骤进行完善，最后提交必要的系统完善文件。

经过正确性完善的系统应重新测试被修改的程序，并重新进行验收。

11.2.3 应用系统适应性完善

系统适应性完善是指由于系统运行环境改变需要进行的完善。

经过适应性完善的系统应重新进行测试和验收。

11.3 用户使用城市地理信息系统

经过试运行和完善的城市地理信息系统，即可交用户使用和维护。

11.3.1 用户使用必要条件

11.3.1.1 系统软、硬件环境

(1) 硬件　包括主机和相关的数字化仪、绘图仪、磁带机、光盘机、打印机、鼠标、网络集线器等外设，具体要求详见9.3系统配置原则和方案。

(2) 软件　包括操作系统软件、网络支持软件、地理信息系统基础软件、地理信息系统二次开发应用软件以及各种相应的文档资料（包括总体设计方案、子系统设计方案、应用管理系统模块开发文档等）。

11.3.1.2 数据、图件和有关地形图及各种专题图

(1) 开发完成的各种基础信息和专题信息数据库、相应的地形图及各种专题图。

(2) 说明文件　包括各种有关的技术标准（国家标准、行业标准、地方标准等）、全国性和地方性法规、规定、要求、各种图件和表格的说明书等。

用户使用除应具备上述条件以外，还应提供用户手册，并对系统用户进行使用培训。

11.3.2 用户手册

用户手册的编制要使用非专门术语的语言、充分地描述开发的城市地理信息系统所具有的功能及基本使用方法，使用户（或潜在用户）通过本手册能够了解该软件的用途，并能够确定在什么情况下，如何对它进行操作、使用。

用户手册一般应包括下列各节内容。

11.3.2.1 引言

(1) 系统简介　简要说明城市地理信息系统的名称和基本功能，并列出本系统建设任务的提出者、开发者及其主管部门。

(2) 参考资料　列出编写本手册的各种参考资料、包括这些资料的作者、标题、编号、发表日期和出版单位。必要时说明如何得到这些资料。

(3) 定义　列出本手册中用到的、可能会引起混淆的专门术语的定义及其外文缩写词原文。

11.3.2.2 系统概述

1) 功　能

逐项说明城市地理信息系统具有的各项功能以及它们的极限范围。包括输入、处理和输出，用图表的方式示出该系统的总体组织结构、全部程序列表和全部数据文件列表。

2）性　能

（1）精度　　说明各项输入数据的精度和本系统输出数据达到的精度。

（2）有效性　　说明本系统输出结果的有效性和出错率。

（3）时间特性　　定量地说明本系统的时间特性，如响应时间、更新处理时间、数据传输与转换时间及运行时间等。

（4）灵活性　　说明当用户需求（如操作方式、运行环境、结果精度和时间特性等）有某些变化时，本系统的适应能力。

（5）容错能力　　说明当系统出错时的恢复能力及并发控制能力等。

11.3.2.3　运行环境

（1）硬件　　列出为运行本系统所需硬件的最小配置。包括：主机的型号、主存容量；所要求外存贮器、介质、设备型号及台数（联机/脱机）；输入/输出设备（联机/脱机）；数据传输设备和转换设备的型号、台数；网络设备等。

（2）支持软件　　列出为运行本系统所需的支持软件。如：操作系统的名称和版本号；编程语言的编译、汇编系统的名称和版本号；地理信息系统基础软件、关系数据库管理系统的名称和版本号以及其它支持软件等。

（3）数据库　　说明数据库名称、数据内容、数据源、数据结构、分层、数据文件命名规则、数据分类码和标识码清单（或所执行的国家标准、行业标准、地方标准的名称及标准号）、坐标系统和投影参数、数据记录格式、库体结构、数据项字典、符号库等。

11.3.2.4　使用过程

（1）安装和初始化　　逐项说明为使用城市地理信息系统需要进行的安装与初始化过程，包括系统的装载形式，安装与初始化过程中的全部操作命令、系统对这些命令的反应，以及表征安装工作完成的测试实例。

（2）图件、数据的输入与输出　　规定对输入图件、数据和参数的要求，以及对每项输出作出说明。

（3）出错处理与恢复过程　　列出由系统产生的出错信息以及由用户进行的修改方式，同时指出为确保再启动和恢复能力，用户必须遵循的处理过程。

（4）查询过程　　说明查询能力和操作命令，以便用户得到所需要的文件和有关信息。

（5）终端操作过程　　列出终端操作命令和用户界面操作方法及应注意的问题。

11.3.2.5　运行说明

应列出每一种可能的运行情况，简要说明每种运行的目的；用操作人员最为方便、最有用的形式说明每一个运行各自所执行的程序、控制操作信息、所涉及的数据文件、输入图件和数据、输出图件和数据等结果信息，以及在故障后的再启动过程。

11.3.2.6　非常规过程

提供有关应急式非常规操作的必要信息和操作步骤。

11.3.2.7　远程操作

如果本系统能够通过网络远程控制其运行，则说明操作过程。

11.3.2.8 维护过程

(1) 验证规程　　说明程序修改后对其性能进行验证的规程。

(2) 出错及纠正方法　　列出出错状态及纠正方法。

(3) 特殊维护规程　　说明维护所要求的特殊规程。

(4) 源程序和流程图　　说明得到源程序和流程图的方法。

11.3.2.9 操作命令一览表

按字母顺序逐个给出全部操作命令及格式、功能和参数说明等。

11.3.3 用户使用培训

城市地理信息系统正式投入运行前，应对系统使用单位的有关人员进行必要的技术培训，根据使用的对象，它应包括：

(1) 操作培训　　使用户掌握操作过程，具备系统操作能力。

(2) 数字化培训　　使用户具备各类图件数字化和装入系统的能力，以支持系统扩大和地图数据更新的需要。

(3) 维护培训　　使用户具备初级的系统维护、数据备份、设备联接和系统少量扩充的能力。

(4) 管理培训　　使用户，特别是有关业务领导了解、掌握运行、维护管理系统的要求、内容及应当注意的问题。

11.4 城市地理信息系统维护与更新

11.4.1 数据的维护与更新

随着城市规模的日益扩大和城市建设的迅速发展，基础地理信息和其他各种专题信息数据均需要经常地进行维护和更新。应根据系统的规模和实际需求，建立系统的数据维护更新机制，规定系统数据维护更新的周期，使系统的所有数据均相对地始终处于最新的状态。

数据对一个城市地理信息系统的重要性，越来越被人们认识。但是，数据如果不经常更新，则有可能失去应用价值，这是每个城市地理信息系统维护和运行所应重视的问题。

11.4.2 软件的维护与更新

由于操作系统软件和地理信息系统基础软件版本升级或应用管理系统软件的不断开发、完善，需要对软件进行适应性维护。但当运行环境的改变或者系统功能、性能需求的变化，使原系统软件不能通过维护的手段满足用户需求时，则需要进行系统软件更新。

系统软件更新需按照11.1.3应用管理系统的开发与测试所述要求，重新进行开发和测试。

11.4.3 硬件的维护与更新

应建立系统硬件设备的日常维护制度，根据设备的使用说明进行及时的维护，以保证设备完好和系统的正常运行。但当设备的处理能力达不到要求，或者设备本身已经过时、淘汰，或者设备损坏，买不到另配件，或者修理不值得时，应考虑硬件更新。

系统硬件更新应按本书第九章关于硬件评价指标的规定要求重新进行选型。

11.5 城市地理信息系统实施的必备报告

11.5.1 系统测试报告

系统测试报告应包括下列内容。

11.5.1.1 引言

(1) 系统简介　　简要介绍被测试系统的名称、基本功能和测试目的，并列出被测试系统的任务提出者、开发者及其主管部门。

(2) 测试依据　　说明进行本项测试的主要依据。

(3) 环境　　列出被测试系统运行的软、硬件环境和进行本项测试的软、硬件实施环境。

11.5.1.2 测试执行情况

列出各功能模块测试中所得到的动态输入/输出数据、图形（包括内部生成的数据、图形）的结果，与动态输入/输出预期结果相比较，列出发现的问题。

11.5.1.3 系统功能结论

逐一简述系统的各项功能，说明为满足各项功能而设计的软件能力以及经过测试已证实的能力。同时，还应说明测试的输出结果和范围，列出就该功能而言在测试过程中发现的缺陷和局限性。

11.5.1.4 评价

说明该系统的开发是否达到预期的目标，能否交付使用。

11.5.2 系统实施总结报告

11.5.2.1 引言

(1) 系统简介　　简要介绍开发的系统名称、基本功能和编制本报告的目的，并列出该系统的任务提出者、开发者及其主管部门。

(2) 参考资料　　列出本系统有关的主要参考资料。包括这些资料的作者，名称、编号、出版日期和单位。必要时说明这些资料的来源。

11.5.2.2 系统实施情况

1) 工程情况

列出实施过程中各阶段工程进展的实际情况。包括：

(1) 应用软件开发的实际情况及其进度；

(2) 硬件配置的实际情况及其进度；

(3) 数据库开发的实际情况及其进度；

（4）机房装修等土建施工的实际情况及其进度。

2）投资情况　　列出本系统资金筹集及使用的情况。包括：

（1）资金筹集情况　　列出资金的来源及金额；

（2）资金的开支情况　　列出实施过程中各阶段实际花费的资金数额及其用途。

3）人员情况

列出实施过程中各阶段参加工作的各类人员的数量、来源和培训情况。包括：

（1）人员调集　　各阶段参加人员的数量、来源；

（2）培训　　列出系统转轨业务培训、数字化人员培训、操作人员培训、维护人员培训、管理人员培训的内容、时间、参加的人数以及实际效果。

11.5.2.3　问题与解决情况

列出在系统实施过程中遇到的问题及其解决情况。包括：

（1）工程进展中的问题及解决情况；

（2）资金筹集和使用中的问题及其解决情况；

（3）人员调集和培训中的问题及其解决情况。

11.5.3　用户使用报告

用户通过试用提交的报告应包括以下内容。

11.5.3.1　引言

（1）系统简介　　简要介绍本系统的名称、基本功能和编写本报告的主要目的，并说明本系统的任务提出者、开发者及其主管部门。

（2）参考资料　　列出使用本系统用到的全部资料的作者、名称、编号、出版日期及单位。必要时说明这些资料的来源。

11.5.3.2　评价

（1）系统功能是否符合要求；

（2）系统的实用性和可靠性；

（3）系统的可操作性；

（4）系统的适应性和可维护性。

11.5.4　系统验收报告

系统验收报告应包括以下内容。

11.5.4.1　引言

（1）系统简介　　简要介绍被验收系统的名称、基本功能和编写本报告的主要目的，并说明被验收系统的任务提出者、开发者及其主管部门。

（2）验收依据　　本系统核准的计划任务书、合同或上级机关的批文；总体设计和子系统设计方案以及系统用户需求报告等有关资料。

11.5.4.2　验收

1）验收环境

列出参加验收工作的有关人员名单、工作单位、职称等情况，给出系统验收所采用的方法及与验收有关的其他环境。

2）验收步骤

对照系统设计方案和系统用户需求报告，列出验收系统各个组成部分的步骤。

3）验收内容

（1）文档验收　　说明被验收系统的文件资料档案是否齐全，及其质量情况。

（2）软件验收　　列出被验收系统的软件功能、性能是否达到计划任务书、合同或上级部门批文和设计的要求；系统运行是否满足用户要求。

（3）数据库验收　　说明被验收系统的数据库内容是否完整、数据的标准化和质量是否符合要求。

11.5.4.3　评价

根据文档和软件的验收情况，说明该系统是否通过验收。

11.6　城市地理信息系统建设应有的文档

为了对系统建设进行科学管理，并使系统建设文档规范化，在城市地理信息系统建设过程中必须完成以下各项文件：

（1）立项报告；

（2）可行性研究报告；

（3）系统设计任务书；

（4）用户需求分析报告；

（5）系统总体设计方案和各子系统设计方案；

（6）系统实施总结报告；

（7）系统测试报告；

（8）用户使用报告；

（9）系统验收报告；

（10）系统建设总结报告。

这些文档的内容和详尽程度视系统规模大小、开发阶段等因素而定。为了便于城市地理信息系统的开发，本章附录概述上述文档的内容，供参考。

参考文献

[1]蒋景瞳等. 国土基础信息系统全国1：100万地形要素数据库设计及其特征. 全国性资源与环境信息系统研究. 测绘出版社，1991

[2] 蒋景瞳等. 国土基础信息系统全国1：100万地形要素数据库技术实施方案. 1989

[3] 周起凤等. 国家经济信息系统设计与应用标准化规范. 1986

[4] 周林影等. 金融电子化系统标准化总体规范. 中国标准出版社，1991

[5] 建设部信息中心等. 建设领域计算机软件工程技术规范. 中国计划出版社，1993

附录　城市地理信息系统建设应有文档内容概述

1. 立项报告

立项报告是选择建设项目的依据，它必须完全符合城市地理信息系统建设的要求，具有显著的社会效益和经济效益。

立项报告应包括以下各项内容：

(1) 引言

a. 系统简介　　简要介绍系统的名称、目标和功能，并说明系统建设的组织单位、服务对象及其与其他系统或机构的联系。

b. 参考资料　　列出有关文件的作者、标题、编号、发表日期和出版单位。必要时说明这些文件资料的来源。

(2) 系统概况　　简要说明新系统的建设规模、组织机构和初步的建设实施计划。

(3) 系统建设的必要性　　主要说明旧系统的弊病和新系统的优越性，以及它所产生的显著社会、经济效益。

(4) 系统的投资概算　　对系统建设所需的投资进行估算，提出投资概算和初步的资金筹措设想。计划利用外资的项目，需说明利用外资的可能性及偿还贷款能力测算。

(5) 附件　　附上与文件有关的其他文件、资料。

2. 可行性研究报告

可行性研究报告要求根据实际需要和可能，对几种可能的系统建设方案从技术可行性、经济可行性和运营维护可行性等三个方面进行论证，并分析利弊，提出建议性结论。

可行性研究报告应包括以下各项内容：

(1) 引言

a. 系统简介　　简要介绍系统的名称、目标和功能，并说明系统建设的组织单位、服务对象及其与其他系统或机构的联系。

b. 参考资料　　列出有关文件的作者、标题、编号、发表日期和出版单位。必要时说明这些文件资料的来源。

(2) 对现行系统的分析

a. 组织结构　　给出现行系统的组织机构、工作任务、范围与相关部门的关系。地域分布图及距离注解，用图表示。

b. 业务流程

①给出现行主要业务系统流程图；

②给出主要业务流程描述。

c. 工作负荷　　描述现行系统的工作和工作量。

d. 费用　　给出维持现行系统运行的各项费用开支及总额。

e. 人员　　给出现行系统的人员状况。

f. 设备　　给出现行系统的设备及使用状况。

g. 给出计算机应用情况

①基本配置；

②使用效率和效益；

③局限性　　列出计算机使用过程中处理速度、响应时间、数据存贮能力、处理功能等方面的各种主要局限性。

h. 问题和要求　　列出现行系统的组织体系、工作效率、人员、设备以及计算机配置、运行效率等问题和新要求。

(3) 拟建系统的候选规模及方案　　提出一个主要方案及几个辅助方案。

a. 拟建系统的目标

①改进管理手段；

②提高和改进管理信息服务；

③增强资源共享；

④减少人力和设备费用；

⑤提高人员利用率；

⑥提高社会和经济效益。

b. 系统的建设规模及初步设计方案　　说明拟建系统的规模、组成和结构。

c. 系统建设的实施计划。

d. 投资方案　　说明投资的数量、来源和时间安排。

e. 人员培训及补充方案　　说明新系统对人员的数量和素质的要求，对现有人员进行培训及新增人员的计划。

f. 其他可供选择的方案。

(4) 可行性研究　　对候选方案进行可行性分析。包括：

a. 系统建设的技术可行性

①对现有可用技术的估价；

②分析使用现有技术进行系统建设的可行性；

③对技术的发展可能产生的影响的预测。

b. 系统建设的经济可行性

①现有经济条件分析　　经济发展水平与所需投资的适应性分析；

②系统建设费用分析　　包括土建费用、计算机系统和其它软硬件系统、技术开发和人员培训费用；

③营运费用分析　　包括人员工资、水电等公共设施的使用、软硬件系统的租赁和维护、数据收集和录入、通讯、消耗材料以及其他等费用；

④对系统效益的估计　　包括对直接的和间接的经济效益以及社会效益的分析；

⑤经济可行性分析　　提出投资的可能性，效益/费用比等。

c. 系统运行可行性分析

①系统对组织机构的影响及其可行性；

②人员计划的可行性　　包括现有人员的状况及其对系统的适应性，现有人员可接受培训的程度及培训设施的能力，人员补充计划的可行性等；

③环境条件的可行性　　公共设施的能力以及自然环境或环境保护的影响。

d. 几种方案的比较研究。

e. 建设性结论　　说明可以按某方案立即开始建设，或待某些条件成熟后再按某方案建设，或不必进行实施。

3. 系统设计任务书

系统设计任务书是在系统可行性研究的基础上，对选定的系统建设的最佳方案进行更为深入的研究、分析，进一步明确系统建设的目标和规模，并制定系统建设的初步计划。

系统设计任务书应包括以下各项内容：

(1) 系统的目标及任务

a. 背景　　现代科学技术和城市建设的高速发展及其对信息系统的需求。

b. 目标和任务　　列出系统建设的目标及达到目标的衡量标准，简述系统的主要任务。

(2) 系统的结构。

(3) 系统的规模及建设计划

a. 系统的规模　　提出收集信息的范围、服务范围和对象、服务内容、处理能力和投资规模等。

b. 系统建设初步计划。

c. 投资安排计划。

d. 人员计划　　提出人员需求及对现有人员进行培训及新增人员计划。

(4) 问题和措施　　提出系统建设的组织保证及对可预见的问题拟采取的措施。

4. 用户需求分析报告

用户需求分析报告是根据系统设计任务书、并在用户需求调查的基础上编制的城市地理信息系统建设主要文件，是进行系统设计的主要依据。

用户需求分析报告应包括以下各项内容：

(1) 引言

a. 系统简介　　简要介绍本系统的名称、基本功能和编制本说明书的目的。并列出本系统的任务提出者、开发者及其主管部门。

b. 参考资料

①列出本系统经核准的计划任务书、合同或上级机关批文；

②列出本系统用到的全部资料。包括这些资料的作者、标题、编号、发表日期及出版单位。必要时说明这些资料的来源。

(2) 概述

a. 系统的描述　　叙述开发本系统的意图、应用目标和作用范围等。解释所开发的系统与其他有关系统的关系，以及系统内各部分之间的关系。

b. 主要功能　　列出本系统的主要功能及简要说明。

c. 实现语言　　列出所采用的程序设计语言。

d. 用户特点　　列出本系统用户对系统开发形成约束条件的重要特点。

(3) 用户业务管理现状分析　　详细分析用户部门有关各项业务的现状，包括业务流程、数据流程、数据量、应用频率、数据源情况，业务管理依据的行政和技术文件，各阶段业务之间的关系，现有组织机构和为适应城市地理信息系统技术而应作的组织机构、业务流程、管理方法等方面的调整，用户的职权范围和对本系统功能的要求等。

(4) 具体需求

a. 功能需求　　逐项说明用户对本系统各项功能的详细需求，描述为完成各项功能所需要的输入、处理和输出等。

b. 外部接口需求

①用户界面　　说明系统与用户间的界面需求，如菜单格式、打印格式、输入和输出时间等；

②硬件接口　　说明系统对硬件的基本要求；

③软件接口　　说明本系统对其他软件和系统软件的需求；

④通讯接口　　说明本系统对各种通讯软件的需求和接口要求。

c. 性能需求

①说明系统中数据、数学方法和传输精度的要求；

②说明系统的时间特性要求；

③说明系统适应需求变化能力的要求。

d. 设计约束　　说明所需遵守的其他标准和硬件限制等设计约束。

①需遵守的其他标准　　说明由现有的标准或规则而衍生的需求，如：报表格式、数据命名、追踪检查等；

②硬件的限制　　说明对系统设计构成约束的硬件条件。

e. 属性需求

①可使用性　　定义某些需求，以保证系统的可使用性。如：检查点、恢复方法和重启动性等；

②安全性　　说明如何保护系统软件，以防止偶然或恶意的访问、使用、修改或泄密；

③可维护性　　说明保证系统维护的若干要求；

④可移植性　　说明软、硬件环境的兼容性及移植环境的约束等。

f. 其他需求

①数据库　　说明系统中数据库部分的需求；

②操作　　说明用户的常规和特殊操作；

③故障处理　　列出可能发生的软、硬件故障及处理要求。

(5) 数据需求

a. 数据描述　　列出下列数据：

①静态数据；

②动态输入数据；

③动态输出数据。

b. 数据采集　　应按数据的逻辑分组说明数据采集的要求和范围，指明数据的采集

者。包括：

①数据源；

②输入介质和设备；

③接受者；

④输出介质和设备；

⑤数据值的范围；

⑥更新和处理频度。

c. 数据字典　　列出系统中出现的全部数据内容，并说明之。

（6）提出测试的准则。

5. 系统总体设计方案和子系统设计方案

系统总体设计方案是从总体角度对系统建设的主要技术设计方案进行说明，以便系统建设有一个可遵循的技术规范。同时，还要对设计指导思想和所采用的技术方法进行说明。它是上级主管部门审查和协调系统建设过程的依据，是下一阶段工作的基础。

系统总体设计方案应包括以下各项内容：

（1）引言

a. 系统简介　　简要介绍系统的名称、目标和功能，并说明系统建设的组织单位、服务对象及其与其他系统或机构的联系。

b. 参考资料　　列出有关文件的作者、标题、编号、发表日期和出版单位。必要时说明这些文件资料的来源。

（2）系统总体设计技术方案

a. 模块设计　　在本阶段，首先划分系统内部基础模块结构，然后确定系统的总体结构。它是编写程序的依据。

模块结构图　　是采用 IPO 图（即输入-处理-输出图）形式绘制而成的系统结构框图。图中需简述模块的名称、功能和接口关系。

①名称　　列出系统中各主要功能的结构图名称和它们之间的关系；

②功能　　用文字简单说明主要模块结构图应具有的功能。

b. 代码设计　　代码设计是城市地理信息系统建设的重要设计内容之一。它是进行信息分类、标识，以便对数据进行存贮、管理和查询检索的关键，也用于指定数据的处理方法，区别数据类型和指定计算机处理的内容。

c. 输入设计　　它负担着将系统外的数据以一定的格式送入计算机的任务，它直接影响到人工系统和机器系统的工作质量。输入设计的原则是确保系统输入信息的正确无误，输入必须有必要的介质和设备为基础。应说明系统的主要输入信息，以及对输入承担者的安排和主要功能要求。简要说明各主要输入数据的类型、来源和所采用的设备、介质、格式、数值范围、精度等。简述所用的数据校验方法及其效果。如果输入数据同某一接口软件有关，还应说明该接口软件的来源。

d. 输出设计　　它是指计算机将原始输入数据进行处理，将其加工成满足用户使用要求的格式，并提供给用户。输出不仅有一定的格式要求，而且必须有必要的介质和设备支撑。

e. 数据库设计说明　　编制数据库设计说明的目的是对所设计数据库中数据的逻辑结构和物理结构作出具体的设计规定。

①概述　　说明设计开发数据库的意图、应用目标、作用范围、主要功能以及有关数据库开发的背景材料；

②需求规定　　主要描述数据库性能规定，包括数据精度、存取数据的有效性、响应时间、数据的转换和传送时间以及其他专门要求；

③运行环境要求　　简述运行数据库的硬设备及其专门功能，列出支撑软件并说明测试用的软件，说明在安全保密以及其他有关方面的要求；

④设计考虑　　简要说明本系统（或子系统）内所使用的数据结构中，有关数据分层、数据项、记录、文件的标识、定义、长度及它们之间的相互关系。

简要说明本系统（或子系统）内所使用的数据结构中有关数据项的存贮要求、访问方法、存取单位、存取的物理关系（索引、设备和存储区域）、设计考虑和保密处理。

f. 模型库及方法库设计。

g. 网络设计　　即系统的网络结构和网络功能设计。

h. 安全保密设计。

i. 评价、验收　　对系统的每一部分设计都应有相应的评价。评价的结果是验收的重要标准。

j. 实施方案说明书　　系统设计阶段完成以后就要确定系统实施方案，书写实施方案说明书。实施方案说明书是系统实施阶段的依据和出发点。

①实施方案说明　　对系统名称、子系统名称、程序名称、程序语言、使用的设备等逐项说明；对数据长度、文件名称和形式、编号、构成记录的各数据项的名称和内容等逐项说明；对进行程序设计的处理内容进行详细说明；

②实施总计划　　对系统建设中需完成的各项工作（包括文件编制、审批、打印、用户培训工作、使用设备的安排工作等），按层次进行分解，指明每项任务的要求。给出每项工作任务（包括文件编制）的预定开始日期和完成日期，规定各项工作任务完成的先后顺序以及每项工作任务完成的标志。逐项列出本系统建设所需要的费用（包括办公费、差旅费、机时费、资料费、通讯设备和专用设备的租金等）；

③实施方案的审批　　由于实施方案是下一阶段工作的依据，所以待报批的实施方案要经用户、系统研制人员、程序员、操作员、专家和管理人员审议。一经批准的实施方案就不能随意改动。

6. 系统实施总结报告

编制系统实施总结报告的目的是按年度、半年度、季度或按实施计划阶段向上级主管部门申报计划实施过程中的情况，使上级主管部门在布置、检查工作时有据可依。

系统实施总结报告应包括以下各项内容：

(1) 引言

a. 系统简介　　简要介绍系统的名称、结构和总的进度要求，并列出系统建设的组织单位、开发者和用户。

b. 参考资料　　列出有关文件的作者、标题、编号、发表日期和出版单位。必要时

说明这些文件资料的来源。

（2）进度情况

a. 工程进度　　应用管理系统开发进度、硬件安装调试进度、机房装修等施工进度等本阶段工程的进展情况。

b. 投资进度　　提供资金筹集、资金开支等本阶段的执行情况。

c. 人员计划执行情况　　提供本阶段所用各类人员的数目、来源及人员培训等计划的执行情况。

（3）问题和措施

陈述实施计划执行过程中遇到的资金、人员、技术和环境等方面的问题，列出解决问题的措施和情况。

7. 系统测试报告

系统测试报告是在对系统硬设备、软件进行严格的功能和性能测试过程中形成的系统建设文件。

系统测试必须按照系统总体说明书所要求的系统功能和性能进行，并应对测试结果进行分析研究。

系统测试报告应包括的各项内容见 11.5.1。

8. 用户使用报告

用户使用报告应包括的各项内容见 11.5.3。

9. 系统验收报告

系统验收报告是用户在从运行的角度对所建成的新系统进行评价验收时形成的系统建设文件。验收时用户要调查系统实施后是否达到设计时提出的预期目标，并给出是否可以通过验收的结论。

系统验收报告应包括的各项内容见 11.5.4。

10. 系统建设总结报告

系统建设总结报告是对整个系统开发工作的一个全面的评价性文件，它应包括以下各项内容：

（1）引言

a. 系统简介　　简要介绍本系统的名称、开发目的，并列出系统建设的组织单位、开发者和用户。

b. 参考资料　　列出有关文件的作者、标题、编号、发表日期和出版单位。必要时说明这些文件资料的来源。

（2）实际开发结果

a. 系统构成　　说明实际开发系统的结构。

b. 主要性能和功能　　列出本系统实际具有的主要功能和性能，对照可行性研究报告和系统设计任务书的有关内容，说明原定开发目标是否已经达到。

c. 进度　　列出原定计划和实际进度，并加以对比分析。

d. 费用　　列出原定的计划费用和实际费用，并加以对比分析。

(3) 开发工作评价

a. 系统质量评价　　说明主要功能与原设计预期要求的差距。

b. 技术方法评价　　列出对在开发中使用的技术、方法、工具和手段的评价。

c. 出错原因分析　　给出开发中出现的错误的原因分析。

d. 经验和教训　　列出本系统开发工作任务过程中所取得的最主要的经验与教训，并提出对今后开发工作的建议。

第十二章　城市地理信息系统通信网及系统互连

12.1　概　述

12.1.1　通信网概述

从 1976 年开始，国际标准化组织（ISO）就一直在研究标准化的分布式信息处理体系结构，其目的是统一制定数据通信、计算机网络、信息处理及以此为基础的各种应用技术规范，为系统的设计人员、生产厂家和用户提供统一的参考模式，减少重复开发，增加信息技术产品的兼容性，得到世界各国的公认，从而加快了信息技术的普及和应用。经过近 20 年的努力，已经开发出一整套用于指导信息系统互通（Inter-Communication）和互连（Inter-Connection）的国际标准：即开放系统互连 OSI（Open System Inter-Connection）标准。

OSI 标准是独立于设备的通信网络体系结构，具有当代世界先进水平，可以在各种系统及信息处理设备上实现。它从根本上打破各厂商自成体系的封闭式系统，为所有信息系统之间的互通和互连奠定了基础。

美国、英国、德国、法国和日本等国政府都制定了全国的 OSI 标准指导文件（GOSIP），明确要求国家所有建网企业、事业单位必须采用符合 OSI 标准的信息技术产品。目前的非 OSI 标准系统（如 DECnet：美国数字设备公司网络系统）也制定了向 OSI 标准化产品过渡的措施和方案。

我国政府已确定等同采用 OSI 标准来制定我国的信息技术国家标准。从 1983 年开始，陆续成立了“全国计算机与信息处理标准化技术委员会”（现已改名为“全国信息技术标准化技术委员会”）及其下属的 16 个分技术委员会和四个特别工作组，分工负责制定我国的信息技术国家标准。到 1992 年底，已完成包括《OSI 基本参考模型》及其各层的 OSI 国家标准近 200 个可供各单位遵照执行。我国有关部门已把独立自主开发全套 OSI 标准化产品列入国家重点科技攻关项目。“七五”期间已完成在 IBM，VAX 和 SUN 计算机上的报文处理系统（MHS）、文件传送管理（FTAM）和虚拟终端（VT）标准的实现工作，并可通过公用数据网（从法国 SESA 公司引进的即 CHINAPAC）实现了全国范围的互通和互连。“九五”期间将接插版级、设备级和系统级三个层次提供系列化的 OSI 标准化产品。这将大力促进我国计算机通信事业的发展。

12.1.2　信息高速公路

信息高速公路（Information super-Highway）亦称电子高速公路，正式名称是美国“建立全国通信网络”计划。其要点是：

（1）铺设覆盖全国的光纤网络；

（2）用光纤网连接所有的通信系统（含资料库）；

（3）使光纤网传输数字、声频、视频、图像等多媒体信息。

美国宣布实施“信息高速公路”计划之后，日本、新加坡和欧洲各国纷纷宣布建立各自国家的信息高速公路。

信息高速公路的基础——交互式计算机网络系统是计算机技术、通信技术与视听传媒技术的综合，解决的主要问题一是传输率低（一般不超过10Mbit/s，即兆比特/秒）；二是传输声音和图像（除文字、数据外），办法是铺设高速光纤网；三是将现代的电话网、电视（含有线）交互式计算机系统并网。

信息高速公路是由主线、支线及“树叶”等环形树状的逻辑结构组成。具体地说，声音、影象和文字都转换成数字在光纤上（干线）传送，通过切换技术再送到电话线（或电缆）支线上，最终到达用户终端（“树叶”）。信息高速公路将深刻改变未来社会的结构，甚至某个国家的地位；信息高速公路能将电话、电视、电脑三位一体化，其影响超过三者的历史影响之和。

在未来谁拥有信息资源，谁能有效使用“信息资源”，肯定会在各种竞争中占据有利的地位。信息高速公路的运行将促进经济的发展，增强国家的综合国力。美国副总统戈尔最简明的指出了信息高速公路的意义，即“更好的通信总会带来更大的行动自由和更大的经济发展”。

我国政府高度重视“信息高速公路”的建设，积极采取对策，1994 年 3 月邮电部邀请我国著名通信、计算机和自动化等领域的专家，举行研讨会，拉开了跟踪高科技和建立我国“信息高速公路”的序幕。并决定：①充分认识信息高速公路建设的复杂性，立足国情，抓住重点，逐步推进；②建设国家经济信息网，推进国民经济信息化进程。

国家经济信息网由信息资源网与信息通信网组成，信息资源网是指国民经济各管理部门建立的各种信息库和信息应用系统。信息通信网则是在国家公用电信网基础上通过开发网络平台使各种信息资源和应用系统实现广域的联网运行。

近十年来，我国电信事业发展迅速，“八五”期间 22 条光纤干线，20 条微波干线和 20 个大中型卫星通信地面站建成。初步建成全国省会城市大容量数字干线网。“八五”期间基本建成光纤通信数字干线网。在此基础上建成全国分组交换网（CHINAPAC）已覆盖大陆 267 个城市，该网已与 18 个国内用户签约，国际 37 条分组网互连。

全国高速数字数据网（DDN）提供不同速度的永久和半永久性专用数字电路，第一期工程 2Gbit/s：高速电路 776 条，一般电路 2 600 条，移动通信发展很快，正在实现全国联网。

经过十几年的建设，我国公用电信网无论在规模上、容量上还是在技术层次上都有了很大发展，也为我国国家经济信息网的建设奠定了基础。

12.1.3 分布式城市地理信息系统网络现状

由于城市地理信息系统应服务于城市的许多部门的用户，而网络代表着共享、协作、综合和高效，因此，城市地理信息系统一般是一个网络化的地理信息系统。因为城市地理信息系统处理的信息量大、用户多，为实现城市地理信息系统的计算机系统互连、信

息交换、资源共享、互操作和协同工作，城市地理信息系统应是逻辑上集中、地理上分散的分布式客户/服务器（Client/Server）网络结构。

我国有些城市地理信息系统都是采用分布式客户/服务器网络结构，即逻辑上地理数据和信息集中在服务器中，实际上数据和信息可分散在多个工作站或微机上，而由服务器作为中央系统统一管理操纵，这不仅实现了硬件设备的共享和最佳利用，而且容易避免网络瓶颈与阻塞，提高了信息传输速度和安全性。

目前国内的城市地理信息系统多为局域网（LAN）或若干个局域网相连构成的广域网（WAN）。前者为整个城市地理信息系统集中在一个楼内或相距不远（不超过2km）的楼群内；后者为城市地理信息系统连接到多个职能单位（局或院、处），每个职能单位是一个局域网，整体构成广域网，广域网的主要特点是物理位置分散，用户数量大。从所采用的网络类型来看，多为NOVELL网、以太网（10MB共享）或快速以太网（100MB共享或100MB交换）。近一两年ATM（异步传输模式）网发展很快，因为ATM网有带宽利用率高、传输速度快和可同时传输声音、图像等多媒体信息的优点，很适于城市地理信息系统的需要，但尚存在着标准不统一的问题，如果标准稳定统一，将会在城市地理信息系统中可得到较好的应用。许多城市采用先建立以太网或快速以太网留有扩充余地以后过渡到ATM网的策略，这或许是一种较稳妥的方法。

城市地理信息系统采用的网络拓扑结构多为分级星型拓扑结构。

城市地理信息系统的网络布线多采用AT&T的PSD结构化布线系统，其要点是楼群间用光纤，楼内水平和垂直布线用5类未屏蔽双级线（5UTP）。

城市地理信息系统采用的网络协议一般为国际通用的TCP/IP（传输控制协议/国际协议）作为主要的网络通信协议，其次还常同时并用分布式文件系统（NFS）协议来完成DOS，WINDOWS，WINDOWS NT与各种UNIX主机（如SUN SOLARIS，SGI IRIX，HP HP－UX）之间文件的透明存取。

城市地理信息系统采用的网络操作系统一般为NETWARE（NOVELL网）或UNIX或WINDOWS NT。由于WINDOWS NT有网络管理功能，支持客户/服务器结构数据库，并有丰富的开发工具等优点，正越来越多地被采用。

城市地理信息系统采用的网络管理软件一般为购置网络设备的配套网络管理软件。

总之，城市地理信息系统一般是一个分布式网络化的系统，并随着系统的扩展，网络化程度会越来越高。

12.2　通信网构成与设计

12.2.1　通信网构成

通信网的构成可以从两个方面加以描述：

一是网络体系结构，它是从功能上描述通信网的结构，亦称网络的逻辑构成。

二是网络的物理结构，它是从实现技术方面描述通信网的结构，亦称网络的物理构成。

在设计通信网络时，首先要了解各厂商的计算机系统及通信网的网络体系结构和网络的物理构成，再结合本单位的实际应用要求，具体地进行通信网的选择和设计。

12.2.1.1　体系结构

OSI 标准采用系统工程的原则和方法，用抽象的参考模型定义其研究的范围和与外界的关系（见图 12-1）。在此，我们把计算机硬软件系统定义为实系统；把在实系统上实现的功能（按 OSI 标准实现的互通，互连功能）定义为开放系统；把实系统和开放系统构成的整体，定义为开放实系统。这样，只要在不同的实系统上实现 OSI 标准，也就是将实系统变为外部行为标准化的开放实系统，从而实现了这些开放实系统之间的互通和互连。

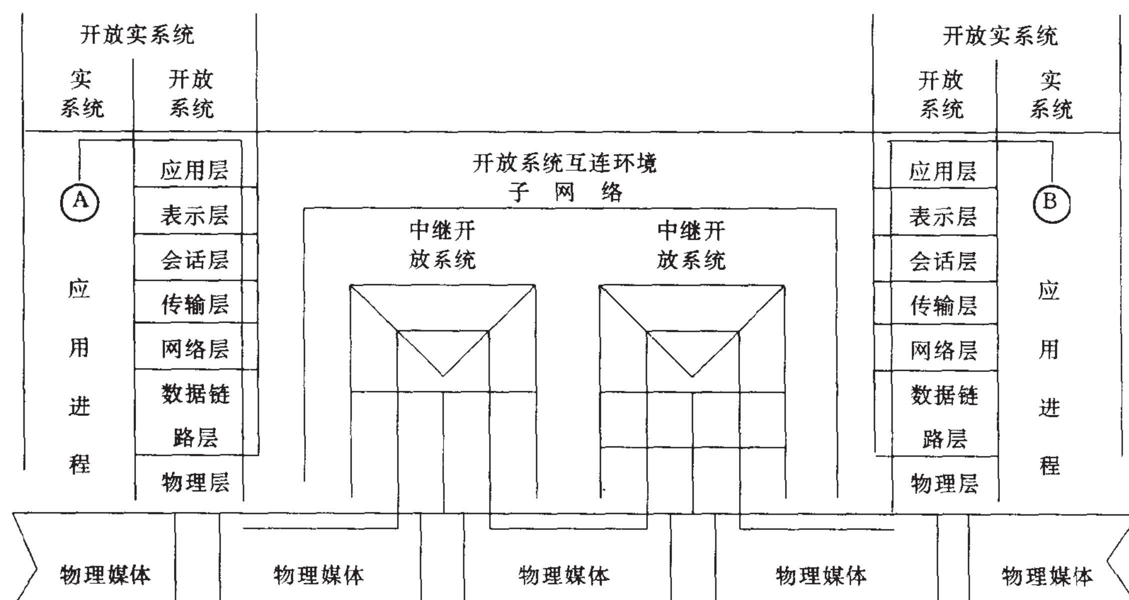


图12-1　开放系统互连环境

OSI 标准可以分为三大类：即总体标准、基本标准和功能标准。

1）OSI 总体标准

众所周知,OSI 参考模型标准是总体标准中最重要的标准。它规定了 OSI 标准的体系框架，并提供 OSI 标准的所有公共参考概念及有关名词术语。参考模型把开放系统互连分成相对独立的七层。每层利用其低层提供的服务，实现本层功能，同时为其高层提供增强了的服务。其相邻各层之间定义了严格清晰的接口和规定，当需要各层之间进行通信时，必须严格遵守各层有关协议和规定。

下面分别描述 OSI 标准参考模型各层概念：

（1）物理层　　是参考模型中的最低层，是实现媒体（如电话线、光缆、微波、电缆等）的物理连接的。物理层规定了物理连接时数据传输比特序列所需的机械、电气功能和规程特性。

a. 机械特性：规定接插件的性能结构。

b. 电气特性：规定收、发信号的调制方式、速率、电平幅度。

c. 功能特性：规定接口电路的传送、控制、定时功能。

d. 规程特性：规定在物理连接时，控制操作的顺序，应答关系等。

(2)数据链路层　　主要负责检查和纠正物理连接上的传送差错和提供流量控制。具

体实现是把传送的比特序列分成一定长度的数据块，再采用规程（HDLC）实现检查、纠错和流量控制功能，实现可靠传送。

(3) 网络层　主要提供通信子网之间的路由选择、寻址等功能，实现多条链路、多个通信子网、网关和中间站点等在端开放系统之间可靠的传送数据和接力通信。

(4) 传输层　用于独立于通信子网的端开放系统之间的可靠传送。其协议不是像低三层那样在相邻两站之间执行相互层协议，而是直接在端开放系统之间执行。目前规定的五个协议子集，可根据不同网络服务的质量，采用不同的协议子集。

(5) 会话层　负责各高层之间交换数据时的组织和管理工作，并恢复高层查出来的语法差错。会话层可把高层实体之间的交换分成多段互相衔接的活动，可以中断活动并在同一或另一会话连接上恢复活动。

(6) 表示层　提供信息表示方法和各表示方法之间的转换。不同的应用可以采用自定义方法表示，但必须用统一规定的抽象语法来描述。目前已标准化的抽象语法表示法是 ASN.1。表示层负责根据 ASN.1 编码规则把抽象语法变换成传送语法，并用其表示实体之间传送数据。

(7) 应用层　是 OSI 参考模型的最高层，直接为用户提供服务环境。本层规定了公共应用服务元素和各种特定应用服务元素。

a. 公共应用服务元素：规定了联系控制（ACSE），远程操作（ROSE）、可靠传送（RTSE）、托付、并发和恢复服务（CCR）。

b. 特定应用服务元素：规定了文卷传送访问和管理（FTAM）、虚拟终端（VT）、报文处理系统（MHS）、远程数据库访问（RDA）、作业传送和操作（JTM）、交易处理（TP）、计算机图形（CG）。

OSI 总体标准除了上述参考模型外，还有 OSI 服务约定、OSI 管理（层管理、系统管理、应用管理）、形式描述技术、抽象语法表示法、一致性测试。

2) OSI 基本标准

参考模型中规定了（功能）技术细节由基本标准来描述和规定，它与特定的实现无关，但又非常重要，是属于基础技术标准范畴。

OSI 基本标准每层都有两种基本类型：一种是服务定义（含服务访问点及各服务原语）；一种是协议规范（含数据单位、协议选择、多路复用、分块、排序、流量控制、路由选择、差错控制等）。

(1) 服务定义　用于定义一层向其高层提供的服务，分为连接方式和无连接方式。一般采用抽象语法、服务原语及状态表的方法，对各层功能及其相邻层的接口作非形式化描述，不作具体实现时的依据，只作参考。

(2) 协议规范　用于定义一层向其高层提供的服务以及与其对等实体通信时必须遵守的规则，包括语法、词法和语义等，具体实现时一定要遵守。

3) OSI 功能标准

严格地讲，OSI 总体标准和基本标准，只对具体实施网络建设及信息技术产品的生产有指导意义，而对应用实现还有很大距离，进而必须充分重视功能标准的选择和研究。

功能标准是各层基本标准的有机组合，当然要首先考虑其应用需求。国际标准化组织（ISO）为实现某些特定应用（如 FTAM、MHS、VT 等）而制定了有关标准，包括各

层的基本标准，它们之间的相互关系、功能单元、协议类型、服务质量、有关选项取舍、参数的取值范围等。

功能标准一般分为三组：第一组与低三层（包括第四层）有关，供连接与无连接的传送服务。第二组与高三层有关，提供特定应用服务。第三组与信息格式有关，规定各种信息的特性和表示。

目前 TCP/IP 用于不同计算机间以及不同计算机网络间互连的协议，具有最佳的性能和最广泛的应用领域，因此已成为这一技术领域的事实上的工业标准。由于它的出现先于国际标准化组织（ISO）所提出的用来作为计算机网络体系结构的开放系统互连（OSI）标准之前，因此它并非国际标准，但对正在制定中的国际标准是很有影响的。

TCP/IP 是一个协议集，和 OSI 的体系结构相对应。这些协议分属在三个层次中，如图 12-2 所示。其中，最底层是与各种网络相接口的网络互连层，这些网络可以是各种符合 IEEE 802 标准的局域网（如以太网、令牌环网、令牌总线网）、采用 X. 25 接口协议的公共数据网、采用 SLIP（Serial Line Internet Protocol）或 PPP（Point-to-point Protocol）链路协议的电话线，这一层中的协议是互连网络协议 IP。中间的是传输层，在这一层中有两个协议，一个是传输控制协议 TCP，另一个是用户数据报协议 UDP。最上层是和用户相接口的，相当于 OSI 层次中对话层、表示层和应用层等高层，在这一层中有一批面向各种应用的协议，其中最常用的有：文件传输协议 FTP、远程登录协议 TELNET、简单邮递协议 SMTP、域名系统协议 DNS。这些协议中 TCP 和 IP 是两个最基本的协议，它们规定了两个互相通信的端点计算机通过互连的网络的通信过程。任何一种涉及互连网络的应用都是在选定上述高层中的某一相应的协议，并在 TCP 和 IP 所提供的通信服务的支持下实现的。

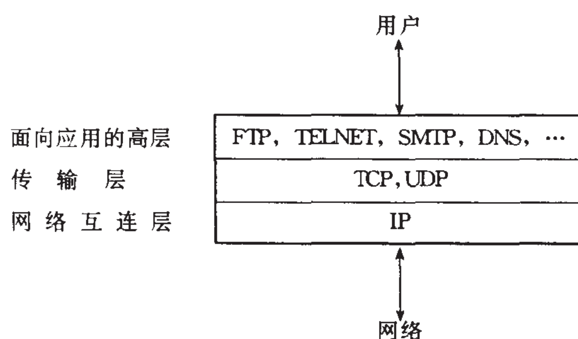


图12-2 TCP/IP对应OSI的三个层次

12.2.1.2 *物理构成*

网络的物理结构在于描述怎样将网络体系结构划分成网络硬件和网络软件来加以实现的。在不同时期，各计算机网络产品厂家可以采用不同的技术实现同一的网络体系结构。从技术实现的观点看，计算机通信网可以分为两种基本构件：网络节点和物理信道，这二者的集合即是网络。

（1）网络节点　　网络节点可分为三类，即：计算机节点、终端节点、通信处理机节点。通常计算机节点和终端节点都具有网络的一至七层功能，而通信处理机节点只具有一至三层功能。

(2) 物理信道　　物理信道是传输信号的媒质和通路，它可以有各种各样的分类。通信处理机节点与信道的集合亦称通信子网；而计算机节点与终端节点的集合，又称用户资源子网。

12.2.2　通信网设计

通信网的设计主要考虑三个问题：即业务量需求、建网目标和建网方案设计。

12.2.2.1　业务量需求

在进行网络设计时，首先要了解网络各节点之间需要通信的业务类型和数量，并进行用户需求分析和相应的设备配置设计，然后以统计表格的计算方法，列出需要通信的实际业务量和节点的物理位置，它是网络规模性能、功能设计的依据。

12.2.2.2　建网目标

在完成网络的物理位置和业务需求的分析之后，就必须确定网络的设计目标。它涉及网络的可靠性、性能和成本。网络的可靠性要求高，成本就会高，性能就会好，价格也会上升。如果投资一定，那就要考虑成本和价格因素，可适当降低性能，以满足总的设计目标。

12.2.2.3　建网方案设计

在明确网络的需求和目标之后，就可设计出几种建网可选方案进行比较，从中选择一种方案加以实施。网络方案设计中需考虑的主要问题有：

(1) 确定网络的结构、物理构型，即网络的柘扑结构；

(2) 物理信道的类型和容量；

(3) 各层网络协议标准；

(4) 各网络节点的硬件和软件；

(5) 网络的管理设施；

(6) 网络的维护设施。

在进行上述问题的设计时，既要进行技术选择，又要进行经费计算，全面作出技术、经济分析评价比较后以期取得良好的结果。当然这是一项复杂的系统工程，需要大力加以研究。

12.2.2.4　通信网选择

由于通信费用在计算机通信网的建设中占有很大比例，所以通信电路（物理信道）的选择在网络设计时是首先要考虑的问题。

如前所述，网络的物理结构或计算机通信网可分为通信子网和用户资源子网，而通信子网又有两种选择，即专用网和公用网。

(1) 专用网　　可分为独立型和结合型两种，前者是通信处理机节点与计算机或终端节点分离，后者是通信处理机节点与计算机或终端节点结合为同一计算机系统。但是不管是哪种类型，其通信子网的物理信道是专用的，即只有本部门使用。亦可本系统自己敷设电缆、光缆、微波或卫星通信设施，自己敷设信道，初期（一次性）投资大、维护费也高，其优点是产权和使用权自主，安全可靠，不向邮电通信部门每年支付通信费用。

(2) 公用网　　即向邮电通信部门租用电报、电话、微波、卫星电路、公用分组交

换网、数字数据网等。为了使用这些电路，用户还需要自备通信电路端接设备（如调制解调器）。这种方式投资省、见效快，经常采用。

12.3 城市地理信息系统网络设计建议方案

12.3.1 系统的体系结构

城市地理信息系统的体系结构即是通信网的基本单元（或节点），它的选择既要满足逻辑结构和功能模式的要求，又要适应地理分散、拓扑结构复杂、覆盖面广的多层次网络系统特点，所以其设计方案也带有一定的局限性。

目前城市地理信息系统所采用的体系结构不外乎有以下几种：

(1) 集中式体系结构方案　即在一台主机上执行所有数据处理、存贮和应用管理，远、近程作业都通过终端方式来访问主机。这就需要超大存贮容量和超高速 I/O（输入/输出）传输速率的主机，这显然是过时的方案。

(2) 文件共享的局域网/广域网（LAN/WAN）方案　这种方案有较好的人机接口界面，并可将大数据量分散存贮在多个服务器上，PC 工作站可共享服务器中资源，比集中式方便灵活。但这种结构的服务器仅作为文件/打印服务器使用。用户要使用信息时就要将所有文件数据从服务传送到工作站，这样网络开销很大。

(3) 分布式处理方案　分布式处理是将一个应用分成多个独立的进程，这些进程被分配到多个处理机上，依靠进程间通信交换数据，执行应用。对用户来说，应用环境是完全透明的，就像在一台处理机上进行一样。这是城市地理信息系统系统较理想的方案，但限于目前的技术水平，实现起来还有一定难度。亦可采取一种“分散式”处理方案，采用 TCP/IP 协议，国际互连网便是这种方案。

(4)客户/服务器方案　客户/服务器为解决分布式应用提供了一个重要的框架。它将应用程序和数据分开，将应用分为几部分，分配到网络的各个服务器上（或工作站上），结合图形用户接口、数据库和网络技术，可灵活的实现大范围的数据存贮和集成。客户机不同于分时终端和网上 PC 工作站，它既有自己的独立处理能力，又能向服务器提出服务请求。一个系统中又有多个服务器，如数据库通信，文件等服务器，用来分别向客户机提供各种不同的服务。这样客户/服务器结构使网上仅传送请求和结果，不必像局域网（LAN）那样传送大量的数据，从而减轻了网络的开销。由于应用程序与数据独立，使得开发、维护更加方便。所以城市地理信息系统的单体结构选择客户/服务器是适宜的。

域的各节点（客户/服务器）通过路由器/网关，使用公共通信网互连，形成全国城市地理信息系统通信网。

12.3.2 网络设计建议方案

12.3.2.1 小型方案

上节已经把通信网的逻辑构成及其构成单元作了描述，其中的一种方案就是一个本地局域网，多媒体计算机与信息中心联网，构成多媒体通信网（计算机、音像设备，触摸屏，调制解调器组成），几台微机（工作站），一台服务器加总线即可构成。网络平台 TCP/IP Etherware（Unixware），Windows NT，通信平台 X.25 网，图像、声音缩压及解码由

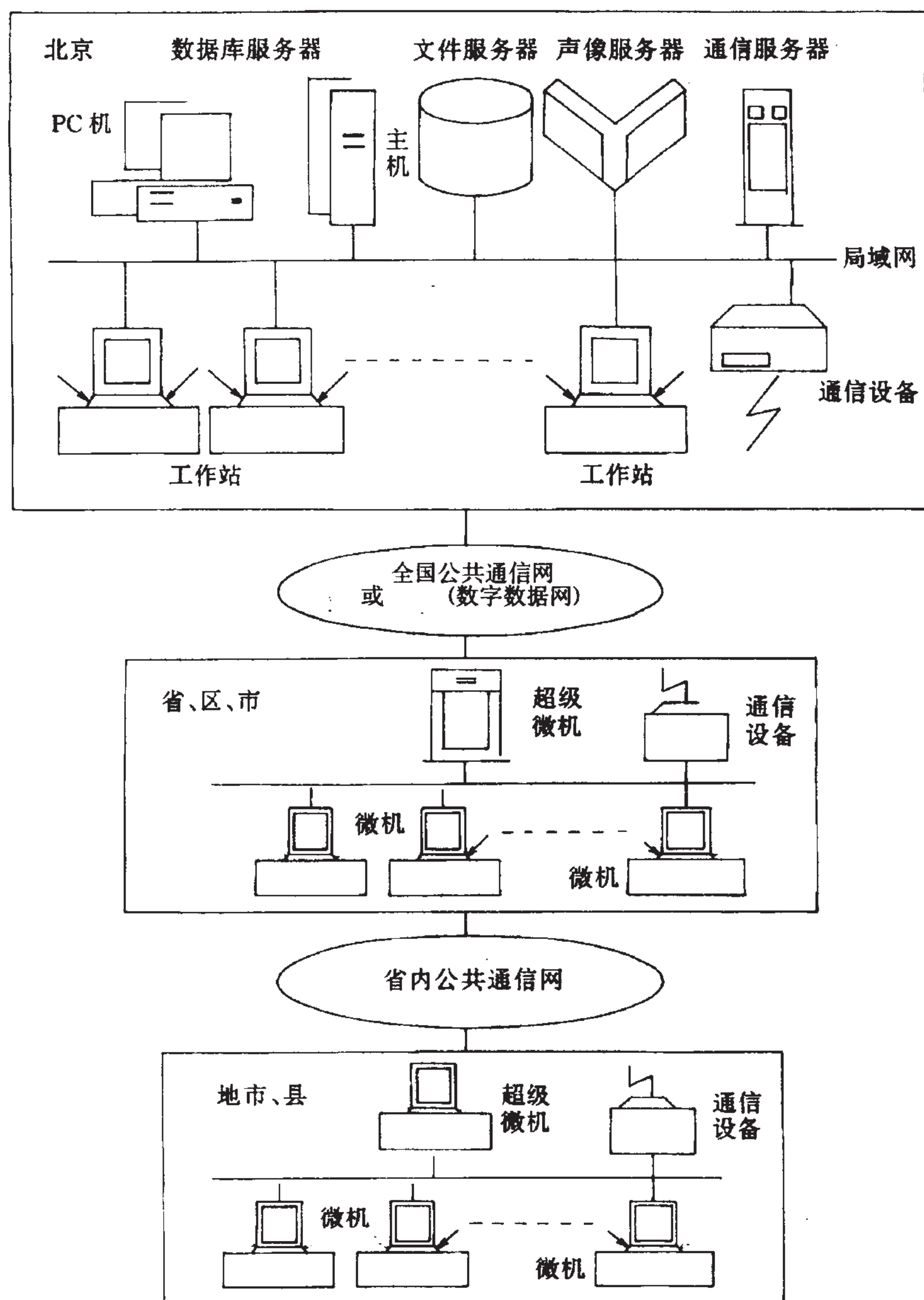


图 12-3　全国城市地理信息系统通信网

软件实现，通信网传输文本文件信息量不大，照片可以存放在本地硬盘中，当需要时把声音与照片对应播放，效果不错。日常的体育运动就是这样进行的。

12.3.2.2 中型方案

将几个局域网用路由器/网关、电话网、无线网互连后直接挂在FDDI网上，只要选择合适的服务器，即可构成中型（同城）通信网。

分布式多媒体通信系统是基于窄带综合业务数字网和局域网（LAN）建立的。多媒体计算机工作站、扫描器、摄像头、话筒、扬声器、视频处理板、鼠标器、书写板、H.261图像压缩、解码器、UNIX操作系统、X Window用户图形界面，采用客户/服务器设计方案，本地局域网，域间通信服务功能。

通信网N－ISDN＋LAN，N－ISDN中的一路B信道（64kbit/s）用来传输电话语音，采用G711标准，然后经过混合器传给所有的工作站，供大家共享。另一路B信道（64kbit/s）用来传视频图像。采用QCIF格式，这些图像信号由域间通信服务器传送。它的数据信号在域内由局域网（10Mbit/s）来传输，在域间由传输视频信号的B信道（64kbit/s）来传输，从而实现远程多媒体通信。

当在N－ISDN环境下，如果只有一个B信道时，音频可采用G728标准（16kbit/s），图像可采用JPEG标准（48kbit/s），在有二个B信道时，音频采用G722标准（64kbit/s），图像采用JPEG（静止图像）或H.261（视频图像）标准（64kbit/s），在2B＋D时音频采用G728标准（16kbit/s），图像采用H.261标准（128kbit/s）。

12.3.2.3 大型方案

将中型（同城）网通过路由器/网关及X.25网或DDN或PSTN及相应的电话网、无线网互连，即可实现广域网（WAN）乃至全国城市地理信息通信网。见图12-3。

为了便于读者进一步了解有关通信网及系统互连的基本知识，本章附录介绍数据通信、通信网络、网络互连和多媒体通信，供参考。

参考文献

1. OSI总体标准

[1] ISO 7498 (GB 9387)　　OSI基本参考模型

[2] ISO/TR 8509　　OSI服务约定

[3] ISO 9646　　OSI一致性测试方法

[4] ISO 8824/8825　　抽象语法表示法——（ASN.1）及其编码规则

[5] ISO/TR 10000　　国际功能标准

[6] ISO 9595/9596　　管理

2. 物理层标准

[1] ISO 10022　　物理服务定义

[2] ISO 2110　　25插针DTE－DCE接口连接器和插针分配

[3] ISO 4903　　15插针DTE－DCE接口连接器和插针分配

3. 数据连路层

[1] ISO 8886　　开放系统数据链路服务定义

[2] ISO 3309 (GB 7496)　　HDLC帧结构

[3] ISO 4335 (GB 7576)　　HDLC规程要素汇编

[4] ISO 7809 (GB 7421)　　HDLC规程类别汇编

[5] ISO 8802 局域网

4. 网络层标准

[1] ISO 8348 网络服务定义

[2] ISO 8208 DTE 的 X.25 包级协议

[3] ISO 8880 提供和支持 OSI 网络服务的协议组合

[4] ISO 8878 用 X.25 提供面向连接的网络服务

[5] ISO 8881 在局域网中使用包级协议

5. 运输层标准

[1] ISO 8072 运输服务定义

[2] ISO 8073 面向连续的运输协议规范

6. 会话层标准

[1] ISO 8326 会话服务定义

[2] ISO 8327 面向连接的基本会议协议规范

7. 表示层标准

[1] ISO 8822 表示服务定义

[2] ISO 8823 面向连接的表示协议规范

8. 应用层标准

[1] ISO 8649/8650 ACSE 服务定义和协议规范

[2] ISO 9804/9805 托付、并发和恢复服务定义和协议规范

[3] ISO 9066 可靠传送服务定义和协议规范

[4] ISO 9072 远地操作服务定义和协议规范

[5] ISO 8571 交卷传送访问和管理

[6] ISO 9040/9041 虚拟终端

[7] ISO 8831/8832 作业传送和操纵

[8] ISO 9594 目录服务和协议

[9] ISO 10021 信报处理系统

[10] ISO 8613 办公文件体系结构

[11] ISO 9735 用于行政、商业和运输业的电子信息交换

[12] ISO 10026 交易处理

[13] ISO 8632/7942/8651/9592/9593 计算机图形

[14] ISO 10031 分布式办公应用

[15] ISO 9955 银行信息交换用协议的方法和指南

附录1　数据通信（传输）

数据通信是实现端系统（计算机、数据库、终端）之间的信息传输与交换的基础。在OSI参考模型中，下三层加上第四层均属于数据通信的范畴，因此它必须具备这四层的功能。

为了进行数据通信，必须具备相应的传输数据的物理通路，即通常所谓数据传输信道。

1. 传输信道

1）传输信道媒体

传输信道媒体有各种分类方法：

（1）按业务分类：有电报（即报路）、电话（即话路）、电视（即视频电路）等低速交换电路；

（2）按传输信息分类：有模拟信道和数字信道；

（3）按传输介质分类：有有线信道和无线信道；

（4）按使用方法分类：有专用信道和公用信道；

（5）按收发信号分类：有点对点信道和广播信道。

需要指出的是，在建立数据通信信道时，如果是用公用数据网或通过公用数据网互连时，必须遵守公用数据网的有关规定。如不符合，应采用规程转换器或信关(Gateway）进行相应转换，以符合公用数据网的标准规定。

目前我国使用的传输媒体主要有下列几种：

（1）架空明线：其传输质量差、容量小（可复用12个话路）。

（2）市话电缆：实线，线径0.4～0.9mm，可做用户电路和市内局间中继电路。

（3）电缆：包括各种对称、同轴电缆，可复用60～4380路载波系统。

（4）光缆：有容量大、频带宽、传输特性好等优点，是发展方向。

（5）微波：我国模拟微波容量有960，1800路支、干线系统和60～300路微波载波系统。

（6）卫星电路：可全天候传输，不受地理环境限制传输质量较好，使用甚小天线地球站的VSAT系统进行数据通信。

2）传输信道形式

（1）模拟传输：采用频率分割方式实现多路（多话路）复用。一般一个话路（频带为0.3～3.4kHz）的数据传输率可达9600 bit/s。

（2）数字传输：采用时间分割方式实现多路复用。一般一个话路为64 kbit/s，可多级复用，标准容量30～32话路时，一次群传输率可达2.048Mbit/s，二、三、四次群传输率分别为120话路时：8.448Mbit/s；480话路时：34.368Mbit/s；1920话路时：139.264Mbit/s。

2. 传输设备

目前常用的数据传输设备主要有：

1）自动呼叫应答器

自动呼叫应答器是用在电话交换网上传输数据开始前连接线路以及传输结束后拆除线路的设备。可选设备有：并行自动呼叫应答器（V·25 建议），串行自动呼叫应答器（V·25bis 建议）。

2）调制解调器

在模拟信道上构成的数据传输电路所使用的调制解调器，应根据需要在附表 1 中选用。

附表 1　调制解调器系列表

序号	CCITT 建议编号及国标号	信号速率 (bit/s)	传输方式	适用场合
1	V.21（GB7620—87）	≤300	异步、全双工	普通电话交换网
2	V.22（GB7621—87）	1 200/600	异步/同步、全双工	电话交换网或二线专线话路
3	V.22bis	2 400/1 200	同步、异步、全双工	电话交换网或二线专线话路
4	V.23（GB7622—87）	600～1 200	异步/同步、半双工	电话交换网或二线专线话路
5	V2.26bis（GB7625—87）	1 200/2 400	同步/半双工	电话交换网或二线专线话路
6	V.26ter（GB7625—87）	1 200/2 400	同步/异步、全双工	电话交换网或二线专线话路
7	V.27ter	2 400/4 800	同步、半双工	电话交换网或二线专线话路
8	V.32	9 600/4 800	同步、全双工	电话交换网或二线专线话路
9	V.26（GB7624—87）	2 400	同步、全双工	四线或二线专线话路
10	V.27（GB7626—87）	4 800	同步、全双工	四线或二线专线话路
11	V.27bis	4 800/2 400	同步、全双工	四线或二线专线话路
12	V.29	9 600/4 800/2 400	同步、全双工	四线或二线专线话路
13	V.33	14 400/12 000	同步、全双工	四线或二线专线话路
14	V.35	48 000	同步、全双工	60～108kHz 基群电路
15	V.36	48 000～72 000	同步、全双工	60～108kHz 基群电路
16	V.37	72 000	同步、全双工	60～108kHz 基群电路

（1）基带（数传机）调制解调器。基带传输的机理是把二进制信息经过码型变换直接在实线电路上传输过程。可选标准是 ISO2110《25 插针 DTE-DCE 接口连接器和插针分配》CCITT V·24《DTE 与 DCE 之间的接口电路》，GB73—94—87《600—9600 bit/s 基带调制解调器技术要求》。

（2）频带调制解调器。

（3）智能调制解调器。

随着微型机及其大规模集成芯片的应用。新的调制解调器在向高速、智能化、综合性能方向发展，其功能主要表现在：

a. 自动呼叫应答；
b. 差错控制；
c. 流量控制；
d. 自动功能协调；
e. 自动降速；
f. 采用自适应均衡；
g. 利用软件设备参数；
h. 集多制式、多速率为一体化。

附录2　通信网络

1. 电话网

电话网是一种电路交换的通信，所谓电话交换就是两个站（两个通话人）之间的一条专用的通信路径。这个路径是节点间（站间）连接的链路序列，即物理链路。电话网就是电路交换的最简单例子。

电话网通信包括三个阶段：

（1）电路建立，任何数据在传输前必须在两站（二节点）之间建立一条端到端（节点到节点）的电路。

（2）数据传送，两端点之间数据的传递。

（3）电话拆线，在经过一段时间的传输之后，连接二端点之间的电路要终止。

电话交换的特点是透明传输，延时不大，应用广，但效率低。

2. 分组网

分组网类似于电报网，但其传输的数据单位是受限制的，一般在1kbit到几千比特。亦称为分组，正因为一分组使分组交换的效率大大提高。

1）分组网概况

我国的公用分组网是从法国的SESA公司引进的，包括一个网控中心、三个分组交换机、八个具有本地交换的集中器，分别安装在北京、上海、广州等八大城市，可开通端数600个。分组交换机、远程集中器（型号为DPS－25型）采用CCITT建议的X・25，X・75，X・28，X・3，X・29协议，均为1984年版本。由于各种原因，目前最高速率只有9 600bit/s，但可采用X・25多链路规程，多条（最多8条）9 600bit/s速率以满足业务需求，只要计算机或微机具有X・25接口，即可以接入分组网，一般用户终端，起止式异步终端可分别通过电话网或交换机内（或机外）的PAD（远程集中器）接入分组数据网，以实现网络层的透明传输功能。CCITT建议的X・25协议覆盖了OSI低三层的全部功能，X・25的分组级就是OSI的第三层（即网络层），公用数据网建立的前提就是X・25协议。

2）入网方式

（1）计算机入网

A. 计算机具有X・25接口，即可接入分组网，但要注意以下几个问题：

①X・25版本问题从法国引进的均为1984年版本。

②接入分组网的通信线应是专线，且是全双工信道，若是全双工调制解调器时，需两条实线，当半双工时需四条实线。

③X・25定时器的时间限值，需与用户业务协商登记。

B. 计算机无X・25接口

①计算机有远程同步通信接口、无X・25软件，只有向计算机厂家购买。

②计算机既无远程同步接口，又无 X・25 软件，则只有双双购买。

③如 IBM 机有 SDLC 规程接口，VAX 机有 DDCMP 规程接口，可选用规程转换器转换，其办法有三种：第一种是交换机内的规程转换模块，即 SDLC/X・25，DDCMP. X・25。我国引进的 DPS－25 具有此功能。第二种为用户机内的 SDLC/X・25……规程。第三种为用户机内的异步通信接口 X・25 转换器。

(2) 微机终端入网

微机终端即在一般微机上配置 X・25 接口即可接入分组网，并不影响微机原有功能。其具体接法有两种：

一是在微机的扩充插槽内插入一块非智能的通信控制板即可。

二是利用智能通信控制板方法，就是将 X・25 协议软件的实现功能，作成单板形式，插入微机扩充槽内或装在调制解调器内均可。

(3) 微机通过电话网接入分组网

①通过 PAD 端口与用户电话网接通，然后按 X・28 规定的格式，对分组网进行二次呼叫，从而接通分组网。

②通过 X・32 接入。X・32 具有全部 X・25 的功能，并能识别 DTE、DCE，有鉴别口令及接入分组网的功能。

(4) 具有异步接口的微机接入分组网

具有异步通信接口的微机，或起止式字符终端可以通过 PAD 接入分组网，PAD 的功能由 X・3 规定，并提供终端各种特性，PAD 与终端之间的通信协议由 X・28 规定，PAD 与 PAD 之间及 PAD 与分组终端之间的通信协议由 X・29 规定。

3) 分组网编号

我国分组网的编号符合 CCITTX・121 的规定。用户码为 8 位数字编码，其中前 4 位表示网内交换节点机号码，后 4 位表示该节点机所辖范围内的 DTE/DCE 接口。在本网上各用户互相呼叫只需要 8 位编码即够了。如要通过该网进行国际呼叫，还需加国际呼叫前缀和分组网识别码。我国分组网采用的国际呼叫前缀为数字“0”，数据网络识别为“4602”。

根据用户需要，可在 8 位用户码后加设子地址，作为 DTE 内部的进一步寻址使用。按 X・121 规定，编号位数最长不超过 14 位（不含前缀）。因此需要国际通信的用户，可选的子地址长度最多为二位。对于只进行国内通信的用户子地址长度最多可扩到七位。

①我国分组网用户呼叫国家分组网用户格式

国际呼叫前缀“0”＋ 分组网识别码（4 位）＋被叫国际数据网用户编号（8 位）。

②国际公用分组网用户呼叫我国公用分组网用户格式

主呼叫同国际呼叫前缀（如为 P）＋我国分组网识别码（4602）＋我国分组网用户编号（8 位）。

3. 无线网（卫星网）

无线网（卫星网）具有以下特性：

分组传输；不进行交换；多站接收和公用传输媒质。它与分组交换网相比，不用考虑路由选择，差错控制和通信量控制之类问题，而只考虑传输容量的分配。

1）结　构

分组无线网的结构可分为两类：一类集中式无线网，二类是分布式无线网。

集中式无线网：有一个中央发送机和接收机，连接到一个中央“资源”。所有其他节点只与中央节点通信，节点到节点的通信是间接的，经中央节点中转。显然集中式无线网不适用于今天通用的希望交换数据、信息、程序的微机网络。

分布式无线网充分利用了传输介质的全方位性，只要求一个信道，而每一个传输均被其余节点所接收，类似于今天的广播网或寻呼台。在逻辑结构上等价于局域网。

为了更好地实现远距离通信，克服地理位置的限制，通常采用存贮转发器，转发器执行分组交换网中一个节点相同的任务。它是以广播链路方式工作，不是以点到点的链路方式工作。在集中式网络中转发器是接收分组节点信息向中央节点转送，或者反之。在分布式网中，其作用是相当于两组节点间的一个交换机，从一组节点接收分组并转发给另一组或反之。

2）媒质访问控制协议

对于多路访问网络，需要一个媒质访问控制协议，这个协议是设计用来解决如何共享公用信道的问题，分组无线网所采用的媒质访问控制协议与局域网采用的媒质访问控制协议相同，即载波监听多路访问控制协议（CSMA）。

卫星作为两地球站，具有到卫星的直接通信链路，提供点到点的链路的功能装置。由于卫星覆盖面大、传送量大、远距离传输而优于地面微波和同轴电缆，而可与光纤媲美。因而获得了广泛的应用。其基本原则和构成同无线网。

4. 局域网

1）局域网特性

计算机网络是一个数据通信系统，它可分为广域网（WAN）和局域网（LAN）。很明显，公用分组网是广域网，而局域网是一种局部地区的数据交换网。它们的共同点是完成数据的传输和交换，功能上属于OSI参考模型的下三层功能。主要不同点是网络地理范围不同，所以采用不同的通信技术实现信息的交换。局域网特点是：

（1）传输媒体可任意布局，费用较低。

（2）传输媒体控制方法（MAC）相对简单。相应地发展了一些特殊网络协议，如IEEE802标准。

（3）传输速率高，目前可达10Mbit/s，新一代LAN产品可达100Mbit/s，而公用数据网只几十kbit/s。

（4）传输误码率低，一般为10^{-9}。而公用分组网为10^{-5}。

按照局域网的特点和网络拓朴结构的不同，可以将其分为三种类型：总线形局域网、环形局域网、星形局域网。

2）总线形局域网

总线形局域网是一种广播式总线（无源传输介质）结构，通常用同轴或双绞线电缆连接，传输介质为一个T型接头分叉，每个分叉口连接一个总线节点通信接口，通过接口再接入计算机。而此接口即是计算机中的一块插件板，它可实现物理层、数据链路层的有关功能。目前在实总线形局域网已发展了许多媒体访问控制方法，已成为国际标准

的有以下三种：

(1) CSMA/CD（载波侦听多路访问/碰撞检测）访问方法　此种方法在于，每个要发送报文的点在发送之前要监测传输媒质是否空闲，只有当传输媒质未被占用时才允许发送，否则即使发送也是因发送冲突而失效。

IEEE（国际电子电气工程师协会）为这种方法制定了标准，称为 IEEE802·3 标准，ISO 予以承认，即 ISO8802·3《CSMA/CD——访问方法和物理层规范》标准。

采用这种 MAC（媒体访问控制）方法的局域网称为以太网协议（即 Ethernet），目前采用以太网标准协议的产品很多。

(2) 令牌传送（Token possing）访问方法　它可以是微机或总线，节点的接口在获得令牌传送后，它才能使用总线，使用完总线后，就将 Token 交给下一个节点接口，Token 将在各节点接口之间顺序传递，使各节点事实上形成一个逻辑上的“环”，IEEE 也为 Token 访问方法制定了标准（称为 IEEE802·4 标准），ISO8802·4（令牌传送总线访问方法和物理层规范）。

(3) 预约访问　即将总线的传输时间分成周期性的时间片段，按各节点对传输能力的需求预先分配给各节点，显然这种使用总线的方法不会因发生使用冲突而造成总线利用率下降的损失，但可能会因预约时间未充分利用造成总线利用率下降。

3) *环形局域网*

环形局域网由环接口及点对点信道连接，可构成单向传输环（单环），也可构成双向传输的环路（双环），环路之间可再互连而形成多个环路，计算机再接到各环接口上即可。IEEE 已制定了 IEEE802·5 标准，ISO8802·5《令牌访问方法和物理层规范》。

4) *星形局域网*

星形网可以有以下几种形式：

(1) 以计算机为中心的网络，各分支节点可以是微机或终端。

(2)以交换机为中心的网络，如常用的以用户专用数字交换机(PABX)为中心，PABX 既可接计算机，也可接终端。

5) *网络扩展*

由于局域网通信范围在不断扩大，相应地扩展了一些局域网络设备，包括转发器、桥接器和路由选择器等。

(1)转发器　为了延长总线网的长度，可以加接转发器，这里的转发器可实现物理层互连。

(2) 桥接器　多个网络（如以太网）可以通过桥接器互连。桥接器可实现物理层和媒体访问控制子层之间的互连，它具有过滤的作用。当多个以太网络互连时，可利用桥接器实现分布式连接或集中式连接。

(3) 路由选择器　一个以太网络可以通过路由选择器连接多个不同的局域网或其他网络，这种路由选择器具有物理层、链路层和网络层的功能。

附录 3　网络互连

目前世界各国存在着多种业务通信网，如公用电话交换网（PSTN）、公用电路交换数据网（CSPDN）、公用分组交换数据网（PSPDN）、综合业务数字网（ISDN）以及用户建立的各类专用网。如何实现这些网络之间数据业务的互通，更大范围发挥网络的作用，方便用户数据通信，这就是网络互连要解决的问题。

网络互连既涉及网络本身的特性和结构，又和网络互连的技术有关，要考虑的主要问题有：地址变换、协议转换、格式变换、速度匹配、流量控制等诸多问题。

1. 网络互连协议

分布式处理和计算机网络意味着不同系统中的实体需要通信。要实现两个实体之间成功通信，必须保证它们之间有"共同语言"，必须遵从两个实体之间都能互相接收的一些规则，这些规则的集合称为协议。

在 OSI 体系结构中，整个通信功能分为垂直层次的集合，在与另一层通信时，每一层需要执行这个功能的有关子集，它依赖于下一层执行的功能，该下层向它紧接的高层提供服务。

2. 应用层协议

1）概述

应用层作为 OSI 参考模型的最高层，它为 OSI 用户访问 OSI 环境提供了手段，不再与更高层接口。应用层是应用进程利用 OSI 功能的唯一窗口，它可向应用进程提供 OSI 所有七层服务功能的总和。应用层中四个特定的应用服务元素都可满足某种特定的应用要求。

应用进程借助应用实体、应用协议和表示服务交换信息。

应用实体由一个用户元素（UE）和一组应用服务元素组成。应用服务元素只包括公共应用服务元素（CASE）和特定应用服务元素（SASE）。公共应用服务元素提供各种通用功能，特定应用服务元素提供某种特殊应用的能力。用户元素（UE）是应用进程利用应用服务元素的接口。

公共应用服务元素（CASE）提供各种应用都通用的能力，OSI 已定义两种公共应用服务元素，即联系控制服务元素（ACSE）和托付、并发和恢复（CCR）。

特定应用服务元素（SASE）提供某种特定应用（如电文处理、文件传送、虚拟终端等）功能。OSI 目前已定义了 MHS（电文处理）、FTAM（文件传送）、VT（虚拟终端）。

此外，OSI 管理中对系统管理和应用管理两大功能也作了相应的规定。

2）公共应用服务元素（CASE）

公共应用服务元素是应用层中公用的应用实体内部的服务元素。OSI 中已定义了：联系控制服务元素（ACSE）和托付、并发和恢复（CCR）。

(1) 联系控制服务元素（ACSE）

ACSE 的目的是为应用实体提供控制应用联系的基本机制，向应用进程提供信息传送的能力。

ACSE 的功能是应用联系控制，实现应用联系的建立和释放，完成应用实体标识与应用实体所含的服务访问点地址之间的映射。应用上下文的有限管理，利用服务原语的参数，使对等的两个应用实体所对应的上下文进行协商，为 OSI 应用提供标准方法：①接受或拒绝应用联系请求。②正常终止联系应用。③异常终止联系应用。

ACSE 包括 4 个服务元素、11 个服务原语、5 种应用协议数据单位。

(2) 托付、并发和恢复（CCR）

CCR 的目的是协调若干个应用联系，为多应用联系的信息处理提供安全，有效的环境。

CCR 服务的基本概念是原子动作，CCR 的托付功能是使原子动作的各个子部分都成功的完成；其并发功能是指几个动作同时执行，其结果应等同于某种特定顺序执行的结果；其恢复功能是指动作的重新执行，并消除原先执行的影响。

目前原子动作与会话层的主同步点对应，CCR 用户利用主同步点服务实现原子动作的托付。

需要注意的是，基于原子动作的托付、并发和恢复功能是一个整体性功能，只有将这三者作为整体实现后才能称为具有 CCR 功能。

ISO8649/8650《ALSE 服务定义和协议规范》定义了 CCR 的服务和协议提出了 7 种 CCR 服务元素、26 条服务原语、16 个 CCR 协议数据单元。

3) 特定应用服务元素

(1) 文卷传送、存取和管理（FTAM）

FTAM 是应用层中的一个特定应用服务元素。

FTAM 的目的是在开放系统中提供被称为虚拟文卷存贮器（VFS）的标准文卷模型，以及在 OSI 系统之间对存贮的虚拟文卷提供传送、存取和管理。通过实系统的文卷系统映射为（VFS），允许具有不同文卷系统的实系统通过 OSI 彼此协调工作。FTAM 的功能有三个，即：①FTAM 的传送功能是实现整个或部分文卷内容在 OSI 之间传送。②文件访问功能实现对文卷部分内容的检查、修改、替换或删除。③文卷管理功能是指建立和删除文卷及检查和操作文卷属性。

FTAM 要求 ACSE 来控制文卷协议的应用联系和应用上下文。

FTAM 要求表示服务进行传送语法的构造。

FTAM 要求会话服务的基本同步子集支持 FTAM 的文卷恢复和检查功能。

ISO8571/1～4《文卷传送访问和管理》定义了 FTAM 有关模型、服务、原语和协议，简述如下：

ISO8571/1《文卷传送、访问和管理概述》对 FTAM 作了一般描述。

ISO8571/2《虚文件存贮器含义》定义了虚拟文卷存贮器（VFS）的文卷及文卷存贮器模型，规定了 3 种文卷属性类型、2 种文卷结构、2 类共 14 个标准文卷存贮器动作及 18 个文卷属性和 9 个活动属性，并把后二者组成 3 个属性子集，即：①核心子集 9 个属性；②存贮子集 13 个属性；③安全子集 5 个属性。

ISO 8571/3《服务定义》定义了两种文卷服务形式，即可靠文卷服务和用户可校正文卷服务，并规定了 4 个文卷服务子集，即：①文卷传送子集 15 个服务原语；②文卷存取子集 2 个服务原语；③有限文卷管理子集 3 个服务原语；④加强文卷管理子集 1 个服务原语。

还规定了上述服务原语的类型、参数和操作顺序。

ISO8571/4《协议规范》允许使用 ISO8571/3《服务定义》中定义的两种文卷服务形式对应的两种协议，即：基本协议和差错恢复协议。同时还规定了每种协议使用的协议数据单位、收发方的动作、差错恢复协议规范及定义 FTAM 协议控制信息的抽象语法表示。

(2) 虚拟终端 (VT)

VT 是应用层中的一个特定应用服务元素，VT 的目的是在开放系统中提供虚拟终端的标准模型，使不同的实终端通过 OSI 彼此协调工作，以及访问网络中任何应用程序。

目前由于实终端的种类太多，功能也不尽相同，很难形成一个完整统一的虚拟终端模型。到现在为止，ISO 只定义了五种虚拟终端。

①基本类　可处理字符元素及其 1－3 数组（字符终端）。

②表格类　除处理基本类字符元素外，还可进行表格格式控制处理（窗口服务终端）。

③图像类　可处理像元 2－3 维数组（图像终端）。

④图形类　处理几何图形（点、线、面、图到终端）。

⑤混合类　处理包括上述四类数据（如一般的高级工作站）。

ISO DIS9040《虚拟终端》现已定义了与基本类有关的服务和协议标准 7 种（其他研究尚在进行之中），它们是：

①建立设施　建立与初始 VT 环境的 VT 联系。

②终止设施　正常或异常终止 VT 联系。

③协商设施　协商方式为 VT 特征集的切换。或多次交互协商，对等 VT 用户可选择、修改和替换当前的 VT 环境。

④数据传送设施　VT 用户用来修改、共享概念通信区中显示或控制客体的内容。

⑤运送控制设施　VT 用可以控制传送到概念通信区中 VT 数据输出给对方用的时间。

⑥权标管理设施　VT 用户可以控制访问权限的拥有权。

⑦允许两种操作方式　同步方式与异步方式。

这 7 种服务设施可以组合成 3 类服务子集，提供 VT 服务：

①VT－A 类　核心子集；

②VT－B 类　简单协商子集；

③VT－C 类　多重交互协商子集。

每个开放系统可以选择其中一个子集提供 VT 服务。ISODIS9040 定义了虚拟终端服务的模型结构，三类客体（控制、显示和设备）的特征及其参数，定义了服务原语及服务原语的类型与参数。

(3) 报文处理系统 (MHS)

MHS 的目的是为用户在发送方和一个或多个接收方之间以存贮—转发的方式交换

各种类型信息的要求。它可以使用户以自己的“名字”访问系统，而由目录系统实现“名字”和地址的映射。

MHS 的工作过程完全类似于邮政系统，在用户交换信息时包括编辑、发送、提交、传送、投递、检索、接收等全过程。

为了实现 MHS 交换报文的要求，它必须包括如下一些功能实体，即：

A. 报文传输服务（MTA）MTA 是实现 MHS 要求的主要功能部件。其功能是实现报文调度、存贮—转发、类型码转换，产生返回报文投递报告、通知原发方用户是否将已提交的报文被正确发送和投递。

B. 报文传输系统（MTS）MTS 是由 MTA 以任意拓朴结构构成的。其功能是：

①实现报文的透明传送；

②用户代理（UA）是系统和用户的接口，辅助用户编辑、发送、检索和接收报文；

③由于用户的类型不同，UA 的类型也不同，目前只定义了个人报文用户代理，实现个人对系统的访问；

④电文存贮器（MS）保存 MTA 投递的报文以供 UA 检索使用。

⑤访问单元（AU）实现 MHS 和其他通信系统之间的互通。

C. MHS 服务　　目前，MHS 定义了两种服务，即：

①报文传送服务　　多个 MTA 以存贮转发方式实现报文在 MTS 中的透明传送，向 MTS 用户提供通用的报文传送功能。

②个人报文服务　　以人对人的报文访问为基础，利用 MTA 提供的服务，实现个人之间的报文交换。

ISO10021/1～17《报文处理系统》对应（CCITT X－400）定义了 MHS 的模型、报文传送、交换格式、对 ACSE 及其下层的使用及 MHS 服务应遵循的协议标准。

（4）作业传送和操作（JTM）

JTM 是应用层的特定应用元素之一。JTM 的目的是在 OSI 环境中提供一套与通信有关的服务，其中包括传统运行作业。在 OSI 环境内，作业可以在任何支持 JTM 的开放系统中提交，并可在另一开放系统上运行。从别的开放系统收集到的文件，可把其输出引向其他开放系统的外设或文件。

JTM 提供下列功能：

①在一个或多个开放系统中规定工作，在一个开放系统上运行的工作可能导致在其他开放系统上运行新的工作。

②修改已定义的工作。

③监控已定义的工作。

JTM 标准中一个重要问题是工作规范。工作规范是 JTM 服务提供者的概念数据结构，规定必须执行的工作，提供下列主要内容：

①工作标识；

②工作权限；

③定义与该工作有关的报告送往何处；

④选择各种所需的报告；

⑤标识工作规范的类型；

⑥标识要执行该工作的开放系统；

⑦标识工作的紧迫性。

JTM 标准不规定作业处理的用户接口标准，也不规定作业控制语言标准，但适合于和标准的作业控制语言一起使用。

JTM 标准定义两个子集：一是 JTM 基本类。它只支持简单的活动，如 A 把文件发给 B 去处理，B 再把结果文件返回给 A；二是 JTM 全类。它提供 JTM 所有服务。

目前，ISO883《作业传送和操纵》只定义了 JTM 全类服务，ISO/DP8832 只规定了提供 JTM 基本类服务的协议规范。

JTM 基本类服务要求 CCR、CASE 和 CASE 基本核心子集提供服务，并可直接为用户元素或其他 SASE 所利用。

所有的 JTM 活动（包括原语和协议传送）都是在 CCR 原子动作内执行的。这样才能保证在出现应用和通信故障时，不丢掉也不重复所请求的工作。

值得注意的是，JTM 只规定作业传送、操作和管理，不规定作业本身的内容。JTM 服务共有 15 种组服务原语、其中基本类服务有 9 组服务原语。

3. 专用网与公用网互连

1）公用分组交换数据网（PSPDN）与综合业务（ISDN）互连

这里 ISDN 可提供电路交换和分组交换功能，所以 PSPDN 与 ISDN 互连有两种形式：

(1)提供电路交换功能 ISDN 与 PSPDN 互连。此法是采用端口接入方法，即当 ISDN 中的 X－25DTE 欲与 PSPDN 中的 X－25DTE 进行数据通信时，首先要建立呼叫信号和通信信道，然后再用 X－25 进行二次呼叫建立虚拟电路，完成分组通信。此法信道利用率不高。

(2)提供分组交换功能的 ISDN 与 PSPDN 互连。此法是采用呼叫控制变换互连方式。因为 ISDN 可提供分组交换服务，所以它与 PSPDN 的分组交换互连时简单，但两网的地址编号方式不同，ISDN 采用 E・164 编号，PSPDN 采用 X－121 方案。所以在传送两网地址信息时，需要进行地址格式变换。互连规程可用 X－75，也有用 X－25 的。

2）PSPDN 与专用分组网互连

通常专用分组网通过 X-25 接入 PSPDN，即采用端口接入方式，这二端口之间有如下特性：

(1) 为安全可靠，可选用 X-25 多链路规程。

(2) 采用公用网的端口识别专用分组网，因此两网之间的路由是固定的。

(3) 公用网没有必要区分专用网内各用户，只对其地址加以透明传输。

(4) 公用网与专用网之间一般由网间连接器连接。网间连接器起地址变换及用户可选业务的管理作用，同时对双方分组长度不同进行变换。

3）公用分组网与局域网互连

局域网与公用分组网互连有以下几种情况；

(1) 同种局域网通过公用分组网互连。

(2) 异种局域网通过公用分组网互连。这时所有异种局域网都通过网间连接器转换

成公用的X—25协议而进行网络互连。由于局域网提供面向无连接服务，而分组网提供面向连接服务，所以网间连接器正常完成二者之间的转换。

网间连接器既可以由安装在局域网点上的专用设备来实现，还可以利用局域网的工作站加上一定的硬件和软件来构成。一般有三种互连方法：

(1) 面向无连接的互连方法；

(2) 标准化的面向连接互连方法；

(3) 非标准的面向连接互连方法。

4) 公用分组网与卫星站互连

(1) 卫星站用X.25按端口接入方式接入公用分组网。

(2) 通过规程转换器，按多点方式接入公用分组网。

5) 公用分组网与专用分组网互连的编号

上述的专用分组网、局域网、卫星站接入公用分组网时，由于这些网络都有自己的编号，所以在入公用网时，必须进行统一编址，使得每一个专用网有唯一地址以便于识别。

不管是公用分组网或是专用分组网，目前都必须按X—121建议编址，这有三种编址格式：

(1) 专用网络识别码。此种方法是在公用分组网识别码中确定一个或多个网络识别码，供所有专用网使用，而具体的特定专用网可由专用网号来识别。

(2) 利用公用数据网编号的子地址来识别专用网内的用户。

(3) 采用15位（包括前缀）等长编号，这使专用网具有足够的地址空间，从而利用公用数据网终端地址识别专用网，而用扩充地址识别专用网内各用户。

4. 国际互连网（Internet）

国际互连网（Internet）是一个全球性的计算机网络，有大量的信息资源，提供各种信息服务。它主要用于各种计算机网络，如局域网（LAN）、广域网（WAN）和城域网（MAN）及各种计算机之间的互连；形成国际互连网（Internet）。计算机之间通信主要采用TCP/IP协议。

中国公用Internet（CHINANET）是国家邮电部门经营管理的全国性数据通信业务网络。它面向社会，提供Internet接入服务。CHINANET设置两个国际业务出、入口，节点分别设在北京、上海；全国设立一个网络管理中心。两个节点间由两条64kbit/s中继线路交叉连接，构成核心层，这样不会因任意一条阻断而影响正常通信。

由核心层的各节点向外辐射，提供给用户接入CHINANET的端口，并提供用户各种接入协议标准。用户可以通过公用电话网（PSTN）、分组交换网（CHINAPAC）、数字数据网（DDN）等多种网络及多种协议、以及2.4～64kbit/s等多种速率进（入）网。

用户入网的几种方式：

(1) 经PSTN进入Internet

拨号用户（非IP地址），用户终端（PC机或工作站），要求有一般通信软件（或Windows）和调制解调器，速率为2.4～9.6Kb/S。

特殊拨号（IP地址）。通信软件有能运行ppp/slip协议即可。

（2）经 CHINAPAC 进入 Internet

非 IP 地址分组用户，用电话拨入分组网，亦可专线（异步）接入分组网，只要求设置适当参数。

IP 地址特殊分组用户，除要求上述条件之外，还应有相应的通信软件或路由器，其速率由分组网决定。

（3）专线用户

对于大、中、小型计算机和局域网用户，加路由路或网关以专线经 DDN 或实线接入路由器的同步口，进入 Internet。

对国内各局也可设置路由器直接与北京、上海节点相连后，再接入各类用户。

由于接入网的方式很多，用户应根据自己的实际情况和费用综合考虑采用何种方式。对于个人终端用户，一般采用拨号入网，如有可能，在机器中装入 ppp 软件，让终端服务主机动态分配一个 IP 地址，便能在终端上运行 WWW 客户程序。局域网用户可选专线（或拨号）入网，如果只检索信息或通信，建议采用拨号接入；如果要想在 Internet 上设立一个节点向外提供服务，则必须申请专用 IP 地址和域名，用专线 24 小时服务。

附录 4　多媒体通信

1. 概述

多媒体通信的发展历程经过两个阶段，一是源于电话、电视的一般通信阶段，它将多种信息综合化、数字化，增加交互和自动管理功能，达到近于多媒体通信的目的。二是以计算机通信网为基础，通过传输信息的多媒（样）化，实时化及多种媒体信息管理的综合化，实现多媒体通信。

多媒体通信是一门综合性技术，涉及多媒体计算机及通信等领域，大量数据的连续媒体在网上的实时传输不仅向窄带网络及包交换协议提出了挑战，而且对于多媒体技术（如本身的数据压缩，各多媒体的时空同步等）也提出了新的要求。多媒体网络为多媒体通信提供了传输环境，信息交换方式，网络带宽及高层协议等将直接影响传输的质量. 目前的电话网速率只有 19.2kbit/s，无法传输视频媒体，公用数据网虽然传输率较高，但价格贵。局域网采用包交换传输数字信息，特点是传输率高达 100Mbit/s，缺点是延迟大，不适合音频和视频信号传输。要较好地解决多媒体通信问题，当前可以利用窄带综合业务数字网（ N－ISDN ），传输率高、延迟小，当前正在研究以光纤为传输介质，以及新的高速交换技术，如异步传输模式（ ATM ）等。最终要使电路交换延迟小，分组交换速度高，且速率可变，只有窄带综合业务数字网，其传输速率将达到 2.4Gbit/s，是多媒体通信较理想的传输环境。

宽带综合业务数字网只是一种理想的情况，目前只能在窄带下进行，这样只好将大数据量的图像、音频和视频信息进行压缩，利用目前的网络（包括电话网）来实现多媒体通信。

2. 必要性

计算机的发明使人类社会进入了信息时代，计算机发展的下一个目标将是多媒体通信和多媒体计算机，但是由于多媒体技术较新，而多媒体计算机价格较贵，且只是一个工具，所以多媒体计算机至今尚未得到真正的推广使用。多媒体计算机的信息来源，主要是激光唱盘，其容量为 600Mbit，可存储 30 亿个汉字；70 分钟立体音频信号，2600 张 320×240 个像素的彩色图像，这种单机运用的多媒体计算机，更新周期较长，激光唱盘制作周期长，实时性差，效益不高。

计算机网络通信的发展为多媒体技术的发展和应用带来了生机，目前美国、日本等正在建立速度更高的计算机网络，使用户可以共享各种多媒体信息。例如：城市地理信息系统可以在计算机网络上通过各分（子）系统的计算机上存储的大量文字、图形、图像、语音资料，获得经专家制作的最新、最权威的多媒体信息，实现多媒体信息资源共享。

多媒体通信使通信技术的分布性，计算机系统的交互性和声像系统的真实性溶为一体。它的推广应用将大大提高工作效率，减少信道负担，对于改变人的生活方式具有重要意义。

3. 多媒体信息制作

多媒体信息的制作、积累和完善需要投入大量的人力、物力和时间才能完成。如果采用系统集成技术，建立多媒体软硬件平台，提高制作效率无疑是有益的。全套软硬件平台包括：①触摸屏；②声霸卡（含开发工具）；③无需编程的多媒体制作系统——自动生成器。即图、文、声、触摸屏集成系统工具（二维、三维动画子系统，图像处理、文字处理、声音处理等子系统）。

在多媒体操作系统平台上，可提供制作的工具软件有：①Macintoch 的 Director 软件。鉴于目前广泛采用的是不带图像实时压缩功能卡的多媒体系统，所以只讨论对制作工具软件的要求。在播放活动图像时，提供视频信号及音频信号的同步功能；输出功能；处理多媒体功能和各种辅助制作功能。②超级正文 Hypertext。Hypertex 以结点（ Note ）为基本信息管理单位，一个结点就是一个信息块。结点内的信息可以是正文、图像、图形、动画、声音或其组合，数据库管理系统都增加了多媒体功能，即多媒体数据库。

制作一张 CD—ROM 版本的“城市地图”，它可以包括城市每一小部分的地理位置、人口、面积、风俗习惯片断，当地语言及声音、街道名称等。

Microsoft 公司推出了 Windows 3.1，直接支持多媒体。它的多媒体工具 MKD 包括了一套说明结构 Viewer 声音格式 MVD 和 MIDI 等。

Apple 的 System 7.0 的扩充功能 Qnicktime 也提供了操作系统级的多媒体支持。

Next 操作系统最完善，它是面向对象（DOP）且完全多媒体化。

4. 多媒体与通信技术

目前使用的通信网络有电话网，它只能传输模拟信号，为了要传输数字信号，必须利用调制解调器（ MODEM ），把模拟信号变成数字信号，在接收端又必须进行反变换，使之成为模拟信号，其传输率只有（最高）19.2kbit/s，无法传输电视媒体信号。另一种计算机局域网（ LAN ），它采用分组交换方式传输数字信号，速率高达 10Mbit/s，亦可改变，但延迟大，不适于声音和电视信号等连续媒体信号传输。再一种就是窄带综合业务数字网（ N－ISDN ），我国一些地区正在投入试用，它是一种电路交换方式，有较高的传输率和较小的传输延迟，可传输声音和低质量的电视信号。宽带综合业务数字网（ B－ISDN ）为异步传输方式（ ATM ），这种传输方式兼有电路交换、延迟小、分组交换速率高及速率可变等特点。可传输高保真立体声，高清晰度电视是多媒体通信的理想传输环境。

由此可见，要达到理想的多媒体通信环境，国外还需要十几年的时间，目前我国尚未建立起适合于多媒体传输的通信网络。但是只要选用适当的声音和图像压缩技术，就可以利用现有的通信网络来实现多媒体通信。

5. 多媒体通信网的种类

（1）电话网　　采用图像压缩技术，可在普遍电话网上传输静止图像。采用与视频技术结合，还可以半动态传输小窗口的视频图像（目前在 9.6kbit/s 的电话网上可以实现每秒一帧的小窗口视频图像传输）。利用国际标准化组织制定 JPEG 标准，适合于黑白和

彩色照片，其压缩比为 24：1，传输一幅彩色照片仅需 18 秒钟，采用 9.6kbit/s 的高速调制解调器，8kbit/s 的语言编码技术，当分辨率为 320X240 时，3～5 秒传一帧，再与鼠标指点图像传输等技术结合，可传输声音和准活动图像及数据文件，并可同时通话。

对公用数据网及专用高速网，传输率有所提高，但费用昂贵。

（2）局域网　　在局域网上（如以太网 10Mbit/s），可开发多媒体通信，必须保证图像和声音的同步性。所遇到的主要问题是，多媒体数据在时间上是连续的，且要求连续传输，在计算机支持的协同工作（CSCW）时，要求在网上传输多路双向声像信号，因为在一个会议室里有多个摄像机，显示器和话筒，同时发送和接收声像数据，现有局域网是基于各节点共享网络而独立将数据打包传输的，严格地讲，不适合多媒体通信的要求，但是通过压缩技术后，可传输声音和图像信息。

（3）窄带综合数字业务网（N-ISDN）　　国际电报电话咨询委员会制定的电视电话 H261 标准，它支持实时活动图像的压缩编码、解码，其速度为 64kbit/s 的整数倍；另一个标准是 MPEG，其速率为 1.5Mbit/s，可传输电视信号，目前主要是按此种方式进行将大量数据压缩后，利用现有的网络来实现多媒体通信。在 ISDN 上，实现可视电话和电视会议系统，通常可达到每秒 10—15 帧的效果，用的视频压缩算法是 PX64 标准，解决了不同厂商产品的兼容性问题。在普通的同轴电缆（以太网）上可实现视频的全动态传输。

（4）宽带综合数字网（B-ISDN）　　21 世纪的通信将采用宽带综合业务数字网，或异步传输模式（ATM）。这种方式具有电路交换延迟小，分组交换速率高（将达 2.4Gbit/s）及速率可变的优点，而且可以传输高保真立体声，高清晰度电视，是多媒体通信的理想传输环境。

要真正解决多媒体传输问题，需要更高速的网络支持，如异步传输模式（ATM）、帧中继（FR）。同步光纤网和双绞线网络已达到 100Mbit/s 的速度，新的 300—500Mbit/s 的网络也已出现，这些将为多媒体技术的发展和应用奠定基础。

6. 多媒体技术标准化

多媒体技术标准化是多媒体技术发展的关键。国际上成立了一个 Interactive Multimedia Association 组织负责多媒体标准化的制定，评价提交的各种标准。

1）静止、活动图像

CCITT 提出了静止图像压缩标准和算法 JPEC，压缩比为 24：1，已有公司制造出相应的芯片出售。有关标准正在研究之中。

CCITT 正在制定活动图像的压缩编码标准 MPEG，亦形成了草案。

CCITT 根据综合业务数字网开展可视通信业务的需要，制定了 H.261 视听通信编码标准。

1990 年 CCITT 提出了视频 PX64 推荐标准系列：H.221；H.230；H.242；H.261；H.320；1992 年又制定了 H.231；H.243；H.233 及 G728；G711；G722。

2）语音压缩

语音压缩已有许多成熟的标准和算法，如：自适应差分脉码调制（ADDCM），线性预测编码（LPC）等，许多公司也相继提出了自己的信息压缩编码方案，并开发出了相应的产品，如：Sony/Philips 的 CD—I 压缩率为 10：1；Intel/IBM 的 DVI 脱机压缩率高

达 160：1，且有实时压缩能力。DVI 高压缩率实时性和整个系统全数字化等优点，使其成为具有吸引力的技术，专家们估计，此技术有可能成为工业标准。

数据媒体标准，提供两种简单广播及多层协议，LSD 和 HSD 其传输率分别为 300bit/s－64kbit/s；64kbit/s－384kbit/s。

除上述的信息压缩技术外，在语音信息传输方面，信号的矢量化是一种高效的压缩技术。

MCI 多媒体控制接口标准（Multimedia Control Interface），它定义了音频视频影片播放激光视盘和录像机等多媒体产品接口标准。对应用开发者来说，只要熟悉标准，按照标准进行程序设计，就可以完成对多媒体产品的操作，使用十分方便，在选择多媒体产品时应注意它是否带有 MCI 相应的 Driver，使用时装入相应的 Driver 即可。使用 MCI 的另一个优点是程序适应力强，应用系统与设备无关，更新设备时只要更换相应的 Driver 即可，而不必修改程序。即可操作新设备。

IBM 等开发的 Script 多媒体语言，属于面向对象的语言或 SQL 标准。

网络平台，TCP/IP＋NETWARE（UNIXWARE）

通信平台，公共通信网络的 X.25 和 PSTN。

操作系统，Apple 公司 Quicktime；其它公司的多媒体操作系统都是以此为基础开发的。

数据库技术，Informix 多媒体关系型数据率。

7. 多媒体应用

1）*多媒体应用系统特点*

多媒体应用系统与普通的应用系统相比，有下述几项特点：

（1）信息种类多，数据量大。除了常规的文字、数据外，还有图形、图像、声音等信息。

（2）多媒体技术领域广、层次高。主要涉及声音、图像、图形压缩等多个领域，而且都是本领域的最尖端技术，发展也快，这样对应用系统的开发增加了难度，但 Windows 技术，客户服务技术和面向对象技术的广泛应用又为多媒体应用系统开发奠定了基础。

（3）多媒体技术的集成化、工具化在软件方面已产生了许多集成环境和工具支持多媒体标准和产品。包括提供自动制作环境，无需编写程序就可以利用多媒体系统。触摸技术和手写体输入技术，使多媒体应用更加直观方便。

（4）多媒体技术标准化。为了提高多媒体应用效率，已制定了许多工业标准，只要按照相应的标准进行开发，就可大大提高效率。

2）*多媒体应用开发环境*

（1）硬件环境　目前多媒体系统主机主要有奔腾、586 及其兼容机，75MHz 以上主频，内存 8MB，硬盘 540MB 以上，工作站应用较少，声卡、视卡、CD-ROM（光盘）话筒、音箱、静止图像压缩卡，活动图像视频压缩卡、解压卡等。

（2）多媒体产品函数库　在 MS－DOS 和 MS－Windows 环境下，所有多媒体都有 C 语言的程序调用接口，通常以函数库的方式提供。MS－DOS 函数以 LIB 方式提供，MS－Windows 以 DLL 方式提供，对后者来说，任何语言，任何模式都可以方便调用。函数

调用的缺点是程序可移植性差。

(3) 多媒体软件接口标准　　软件平台选为 MS－Windows 3.1 版以上版本。目前定义了多种多媒体软件接口标准，所有多媒体产品都支持多媒体软件接口标准。

(4) MCI——接口标准　　已定义了声音、视频、影片、激光和录像等主要多媒体产品接口标准，对应用者来说，只要熟悉标准，按照标准进行应用程序设计，就可以完成对多媒体产品的操作。在选择产品时，只要带有 MCI 相应的 Driver，使用时装入相应的 Driver 即可，且不必修改应用程序。

(5) 多媒体制作平台　　多媒体应用系统制作平台，是针对某种应用而设计的工具，用户无需程序设计，只要使用平台就可以方便地制作出满足一定要求的应用系统。制作过程简单、方便、易于维护。比较著名的演示系统制作工具软件是 Macintosh 的 Director 软件。

(6) 多媒体数据库　　多媒体数据类型不同，其表示方式也不同，当数据库支持多媒体应用时，多媒体数据的固有特性映射到相应的正文文件、图形结构表、图像数据文件中；多媒体数据库应能处理数据各种表示形式，如在图形上叠加图像等，还应包括处理不同对象的相关方法库；多媒体数据库与方法库结合，进行数据对象的组合分解和变换等操作；为了管理数据对象的方便，还应建立数据对象说明，以便定义数据对象的二级属性。因此，数据对象、数据对象说明与数据对象相关联的方法是多媒体数据的三个组成部分。此外，多媒体数据库另一特点是对实时性和同步要求都很严格。

8. 多媒体通信展望

目前在城市地理信息系统多媒体通信网络建设中，主要研究和论证三种技术，即作为主干网络技术的 FDDI，异步传输模式（ ATM ）及快速以太网（ Fast Ethernet ）。设计思路是连接局域网的高速主干网，主干之下可用低速。

上述三种技术均较为先进，其中 FDDI 技术最为成熟，为 100Mbit/s 共享网络技术，早期大多采用这种技术。由于 FDDI 共享网络技术要用多台路由器解决 IP 地址划分（也有用软件实现的），这样必然引起造价提高，而且将来向 ATM 过渡时，势必造成过多的路由器浪费。

ATM 技术采用先进的信元交换，被公认为网络发展的必然方向，它采用交换（ Switch ）技术，效率较 FDDI 共享模式大为提高，接到 ATM 交换机的端口机或 LAN（局域网）独占 155Mbit/s 带宽。ATM 是一项新的技术，目前广域网标准尚未完全制定，因此，也有许多单位取其折衷的办法：既要上高速网，避开共享网络模式，又要容易向 ATM 过渡。这样的选择当然是 Fast Ethernet 技术（100Mbit/s 快速以太网技术）。

Fast Ethernet 1995 年又宣布为标准（ 802.3V ），加之造价较低，本身也为 Switch 星形结构，因此在向 ATM 过渡时，布线不作大的改动；而且由于本身是以太网，在向 ATM 过渡时，即使降级使用，也不会造成太多的浪费，因而用户也是较多的。

ATM 将信息分成短而长度固定的信息分组——信元（Cell ），并使之高效地在综合业务数字网中进行传输，使宽带综合业务数字网（ B－ISDN ）的实现获得突破。ATM 作为网络技术的突出特点，可在同一网络上实现电话、语音、图像数据通信，而且可通过多路复用技术，实现按需分配带宽，提高性能价格比。ATM 采用 53 个字节的信元（48

个字节的有效负荷，5 个字头网络寻址）封装进行快速交换，可以达到 10Gbit/s 以上的速率。ATM 打破了界限划分，整个网络上使用同一协议，从而避免了路由器及网关的设置。各种网络设备在提供 Ethernet，FDDI 接口的同时都为用户提供了 ATM 接口，ATM 网能以最小开销快速地进行路由选择，它能足够灵活地处理局域网环境中的具有突发特性的数据信息，保证传输对时间敏感的语音、图像等多媒体信息。ATM 的综合布网可采用由一个 ATM 中心交换集线器和几个 ATM Router 构成 622Mbit/s 高速主干网，每个 Router 可以服务于一个或几个楼层，它可以连接 100Mbps 以太网，FDDI 网和 155Mbit/s 的 ATM 网。不同网络上的用户可以实现互相访问和多媒体传输。

第十三章　城市地理信息系统的安全与保密

城市地理信息系统有大量涉及城市地理的秘密数据在各类计算机及其网络上进行处理和交换，在磁媒体（如磁带、磁盘、软盘）上存贮，在有线和无线通信线路上传输。如果不采取有效措施，这些秘密数据的安全以及整个系统的安全将会受到损害，给国家造成不可挽回的损失。

危及系统的安全因素，既有硬件软件的可靠程度差、用户误操作及各种自然灾害方面的，也有敌对者采取各种非法手段窃取和破坏系统正常运行方面的。对于前者，要求可靠性高的软、硬件设备及采取防止系统误动作的措施；对于后者，要针对敌对者的可能行动采取相应措施加以防范。

为了保护系统的安全，要在法律、行政、技术三方面采取综合措施，三者不能偏废，不能互相代替，而是互为补充。要制定相应的法律、法规、标准和规范，依法惩处罪犯。同时还要加强管理，严格行政纪律。在技术上采用物理保护和数据加密相结合的方法。要有效地贯彻实施上述各种措施，才能确保信息系统的安全可靠。

信息系统安全保密涉及的问题很多，本章主要介绍有关标准规范方面的问题。

13.1　数据传输的安全与保密

13.1.1　数据传输的加密

13.1.1.1　保密目标

为确保数据的安全可靠，必须制定其相应目标，这些目标是：

(1) 避免数据内容的透露；

(2) 避免信息量被分析（破析）；

(3) 检测出数据流的修改；

(4) 检测出数据服务的否认。

13.1.1.2　加密方法

存在两种传输数据加密方法：即面向线路的链路加密方法和端—端加密方法。前者是通过单独保护每条通信线路通过数据流来提供安全保护的，后者则是始终保护从信源到目的地的每个数据。这两种方法不仅它们的内部实现方法（执行过程）不同，而且提供的保密性也不尽相同。

(1) 链路加密方法。链路加密方法是对通过二节点之间的通信线路的数据进行加密保护的，此时不考虑信源和目的地。

一个信息可以跨越大量的通信线路，这些线路可以是电话线，微波线路和卫星信道。而这些线路是不受保护的，因而是被窃取信息的目标。在采用链路加密的系统中，加密是在每个通信线路上实现的，而每个线路都用不同的加密密钥。因此，一条线路信息被泄漏，而在另一条线路上的信息不会受到损失。由于数据的加密通常采用序列密码，而

通过的数据又没有进行处理，所以协议数据单元的控制信息和数据都被加密，这就掩盖了源点和目的地的格式内容。如果在两点保护严密的连续密文序列，协议数据单元的频率和长度也会被很好的掩盖。因此，在此方法下，所有形式的数据分析（破析）都会被避免。由于本加密方法只是在线路上加密，在节点内不加密，在节点必须设有加密的物质保证。否则，破析一个节点就会暴露通过该节点的所有数据。链路加密的投资比较大。

(2) 端-端加密方法。端-端加密方法提供从网络的源到目的地的数据传送加密方法。在此种方法下，任何一条线路被破坏都不妨碍数据的保密，而且实现既比较容易，又比较灵活；既可以从主机到主机，又可以从终端到终端。

端-端加密方法一般超出通信子网的范畴，因此要求用户所用的协议有更高的标准化要求。

端-端加密方法的优点在于：每个用户均可单独采用这种方法而不影响其他用户。

13.1.2 加密算法

加密算法被定义为从明文到密文的一种变换，加密算法分两种：一种是常规加密算法，又称对称加密算法；另一种是公开密钥加密算法，又称非对称加密算法。常规加密算法又分为序列加密算法和分组加密算法。

对加密算法的一般要求是：

(1) 加密算法所提供的保护仅取决于密钥的保密程度。

(2) 加密算法能抗已知明文攻击，即知道一段明文序列及其对应的密文序列也不能解密数据的其余部分，更不能够破开密钥。

(3) 密钥量应足够大，以满足所需要的保密程度。

(4) 算法的复杂性要排除递归分析的可能性。

(5) 算法没有用某些非线性攻击方法加速分析的捷径。密钥和数据相结合应采用仙农的“混乱”和扩散原理。

(6) 算法不存在“弱密钥”，所有选用的密钥都有同样的保密度。

13.1.2.1 序列密码算法

序列密码算法是在一个密钥序列的控制下逐位变换明文数据的一种算法。明文序列和密钥序列结合产生密文序列，密钥序列由密钥序列产生器产生，通常它是非线性序列产生器。

序列密码算法的密钥序列产生器有以下几个重要参数：

(1) 可选择密钥空间（即密钥量）的大小；

(2) 密钥序列的周期，即密钥序列本身的重变周期；

(3) 算法的复杂性；

(4) 序列的局部随机性能。

以设计信息系统用的序列密码算法时，上述各参数应能满足系统的要求。

13.1.2.2 分组密码算法

分组密码算法是在密钥的控制下一次变换一个明文分组的密码算法。它把明文分组空间映射到密文分组空间。当分组长度为 N 位时，则明文空间的大小和密文空间大小为 2^N。

分组密码算法一次加密一个分组明文，在相同的密钥条件下，相同的明文输入时产生相同的密文，这在许多场合下是不利的。由于明文是按组加密的，所以分组边界如果丢失就会使加密产生错误，直到分组边界重新确立时才能恢复。

13.1.2.3 公开密钥密码算法

公开密钥密码属于分组密码的一种。它与通常的分组密码区别在于：公开密钥密码，把加密和解密的能力分开（所谓不对称性），加密、解密是用一对密钥实现的，这两个密钥规定了一对变换，其中一个变换是另一个变换的逆过程，但又难以由其中的一个推导出另一个，即每个用户都具有一对这样的密钥：其中一个是公开的，另一个是保密的。公开的用于加密明文，保密的用于解密（由公开密钥加密的）密文。

由于公开密钥密码算法的保密强度及运行速度的影响，使它的应用受到一定的局限，但是随着技术的发展，它将在密钥分配、数字签名中得到应用。

13.1.2.4 数据加密算法标准

国际标准化组织（ISO）已制定了数据加密算法的国际标准ISO/DIS 8227，该标准规定了一种数据加密标准——DEA1。该算法由美国提出，国际上对它的应用尚有不同意见。

系统密码的算法可根据不同情况，分别采用上述各种算法之一，但需报有关主管部门审查批准。

13.1.3 加密方式

13.1.3.1 序列加密方式

序列加密的方式可分为两种，是以密钥序列产生的方式划分的。密钥序列可以是明文的函数，也可以是密文的函数，或者是密钥序列本身的函数。

密钥序列是密钥自身函数的工作方式，称为密钥自身密钥密码（KAK），密钥序列是明文和密文函数的工作方式，称为密文自身密钥密码（TAK）。

(1) 密钥自身密钥密码（KAK）　它是序列密码的基本工作方式。在这种工作方式中，密钥序列与明文及密文序列完全无关。在传输过程中，某些数据位被改变并不影响对其他数据位的解密。

(2)密文自身密钥密码　它工作方式是把所传输的密文作为密钥产生器的输入，即密钥序列既是明文的函数，又是密文的函数。

这种工作方式是自同步的，所以具备错误扩散特性。但在某个未受影响的密文收到后可重新开始运行。这种方式比起密钥自身密钥密码来更适合于开放系统（OSI）环境的应用。

13.1.3.2 分组加密（DES）工作方式

国际标准化组织（ISO）发布的分组加密工作方式国际标准是以64位分组密码算法为基础制定的。本系统所用的分组密码与64位分组密码算法不同，因为分组加密工作方式不涉及具体算法和分组长度。

(1) 电子密本工作方式（EKB）电子密本工作方式是分组加密的基本工作方式。在这种工作方式中，密文分组都是每个密钥位和每个明文位的函数。

(2) 密钥分组链接方式（CBC）对密钥分组链接方式，只要用同样的密钥和初始值

加密，同样的明文都将产生同样的密文。

（3）密文反馈工作方式（CFB）。

（4）输出反馈工作方式（OFB）。

（5）分组加密工作方式标准 ISO/DIS 8372。

13.1.4 加密互操作性要求

数据通信系统中，加密的互操作性要求是指利用加密算法对需要加密保护的加密设备和系统的通信设备的互操作，即数据终端设备（DTE）、数据加密设备（DEE）及电路端接设备（DCB）的接口要求和满足加密时的一些特殊要求。包括互通的保密设备的加密算法，数据加密密钥必须完全相同等。

13.1.4.1 物理层加密的互操作性要求

在开放系统（OSI）环境下物理层加密的互操作性由国际标准化组织 ISO / DP 9160 规定。物理层提供的安全服务为：

（1）通信系统中所有传输的保密。

（2）信息流安全，它分为两种形式：同时为两个方向上的点对点传输提供信息流安全；在其他传输形式下提供有限信息流安全。

13.1.4.2 数据链路层加密的互操作性要求

到目前为止，数据链路层还没有加密服务。

13.1.4.3 网络层加密时互操作性要求

网络层采用加密时互操作性要求虽然还没有制定出相应标准，但对网络层安全服务的内容及其网络功能部件，已有一些约定应遵照执行。网络层安全服务包括：

（1）同等实体的鉴别；

（2）存取控制；

（3）有时连接所有数据的保密；

（4）单个无连接的保密；

（5）单个无连接的完整性；

（6）无再生所有用于数据的完整性；

（7）数据源点的鉴别；

（8）信息流的安全。

13.1.4.4 其他层加密时互操作性要求

除会话层外，传递层、表示层的应用层都有一定的安全服务功能，各层采用加密时的互操作要求需要进一步研究制定相应标准。

开放系统环境下，数据通信加密有关标准。参见 ISO 7498—2 及 X.800。

13.1.5 保密设备

数据通信系统中保密设备应符合网络系统对保密设备的一般要求。

对于存放核心机密的保密设备，可以选购专用保密机，也可用微机控制专门的密码设备；通过编程去执行需要的密码功能，形成安全模块。

安全模块是用自锁电路和互锁连接电路来实现物理安全的。模块由两种不同的物理

锁保护。只有在双人控制下才能合法地打开，而且当模块打开时，联锁电路对使所有存在模块内的保密数据（或密钥）抹去，达到高度保密要求。

13.1.6 保密等级

传输系统的保密等级需要根据业务的保密等级适当的划分，以防追求高度保密而增加费用和技术难度。

13.2 数据存贮和存取的安全保密

13.2.1 数据存贮的加密保护

信息系统或者说计算机通信系统的主要功能是传输、存贮和处理数据信息。有关传输方面的数据加密保护已经描述过了，本节将涉及数据存贮的安全保密问题。

当保密数据以存贮方式进行媒体传送时，或者在信息系统内以文件或数据库方式存贮时，为了防止信息被泄漏，必须对这类存贮数据加以保护。

13.2.1.1 文件加密保护

文件加密保护是对存贮在媒体上的文件信息进行密码化保护。只有获得正确密钥的用户才有权共享文件。

文件加密的基本原理是将文件中的数据在文件密钥的控制下，使用某种加密算法，进行加密变换后再进行密文存贮。加密后的文件既提高了文件的保密性，又可防止非法复制。文件加密既可用硬件加密，也可用软件加密来实现，而文件加密的密钥是重点保护对象。

（1）文件加密的方法　　文件加密和传输加密类似，它们都是在加密密钥的控制下，按照一定的加密算法对信息进行加密变换。但二者又有所不同：①数据对象不同；②密钥有效期不同。

（2）文件加密方式　　文件加密方式可分为两种：①单主机文件加密方式；②多主机文件加密方式。

（3）防止存贮文件被非法复制　　存贮在可拆卸媒体上的文件，当以媒体方式保存或传送这些秘密文件时，应防止存贮文件的非法复制；若是强行复制，则复制后的文件应是不可利用的。

防止文件非法复制的最基本方法是文件加密处理。因为加密后的文件，既具有高度的保密性，又可防止非法复制。对于某些应用程序和文件（如命令级文件），只需要采取密码、软件处理和物理的方法结合来防非法复制，而不一定对整个文件进行加密处理。

13.2.1.2 数据库的加密保护

数据库加密保护就是在操作系统（OS）和数据库管理系统（DBMS）支持下，对数据库的文件或记录进行加密保护。

数据库加密可以在数据库中加入加密模块而对库内数据进行加密，也可以在库外的文件系统内加密，形成存贮模块，再交给 DBMS 进行数据库存贮管理。

（1）库内数据加密　　在 DBMS 中，系统功能是以模块化分层结构实现的（如数据模型部、数据处理部和数据存贮部三层），每层定义相应的功能模块。现应增加数据加密

模块，由它控制库内数据加密。

(2) 库外数据加密　DBMS 与 OS 的接口方式有三种：①直接利用文件系统功能；②直接调用 OS 和 I/O（输入/输出）模块；③直接调用存取方法。由此可将数据在库外加密，然后纳入数据库内。

13.2.1.3　其他加密保护

对普通数据记录中密级较高的数据项，可用加密算法对其进行加密后，再与记录中的其他数据一起进行存贮，以免这些数据被泄漏。

13.2.2　数据存取控制

数据存取控制是对数据存入、取出的方式和权限进行控制，以免遭数据被非法使用和破坏。而且是从计算机处理功能方面对数据提供保护的。其控制的内容包括：数据存取结果的控制、处理过程的交叉校验。同步检查是实现控制的有效方法，此外还有存取资格检查，存取保护（内、外存）、数据库的存取保护和防止存取信息破坏等。

13.2.2.1　存取资格审查

为了防止非法用户不正当地存取信息，应对用户的存取资格和权限进行检查，只有检查合格的用户才有权进入系统，执行其自身权限范围内的操作，否则系统将拒绝执行。

1）用户识别

用户识别是计算机系统对用户合法身分进行鉴别和证实。用户识别有三种：

(1) 用户口令　用户口令是目前常用的方法，确定口令要考虑下面四个问题：码型选择要便于记忆；码长选择要有扩充的余地，一般口令为 4 至 6 个字符即可；口令可经常进行变换；口令要保密，不得显示出现。

(2) 随机数法　每次由系统向用户提供一个随机变数，用户使用预先定义的随机函数要求函数值并送进计算机，当这个函数值与系统算出的结果一致时就允许操作，否则系统将拒绝执行。

(3) 问答式询问　首先由系统向用户提出一系列问题让用户回答。这些只有用户本人才知道的秘密须预先存入计算机内。

2）密钥识别

这种方式是给每个用户分配一个非锁定的物理密钥，如磁卡。磁卡只有一定数量的密钥，以防止伪造和修改。在计算机中，以存贮列表的方法，验证用户的合法身份。

3）个人特征标识

个人特征标识有多种方法，如用户的手迹、指纹、语音等。计算机系统将个人特别信息数字化后存入系统内，供系统识别用户。

4）用户权限控制

用户权限控制就是确定用户利用系统的等级和范围。首先，将计算机系统中的程序和功能划分成若干个权限和等级。在数据库系统中，每个用户定义相应的子模式和所包括的数据类型，当用户被赋于不同的权限和等级之后，用户只能在受权的范围内，存取和利用特定的数据和程序，而存取和利用权范围以外的操作视为非法，系统拒绝执行。

13.2.2.2　存取保护

存取保护是对存贮器存取的信息进行的保护，它分为内存保护和外存保护。

1）内存贮保护

内存贮保护的目的在于防止内存贮的程序和数据被错误地存取或非法破坏。

在内存里被分成若干个区域，如系统程序区、数据区、其他程序区等。内存保护是通过对这些区域规定有关的存取属性来实现。

存取保护有三个属性：①禁止写入；②禁止读出；③禁止执行。

这些属性由硬件进行校验。当违反存取保护属性时，便发生中断信息，于是系统就终止对该项操作的执行。

内存的存取方式有四种：①区域寄存器方式；②保护链方式；③环状保护方式；④虚拟存贮方式。

2）外存贮保护

外存是存贮文件用的，对文件的保护属性有：①禁止检索（读出）；②禁止更新（写入）；③禁止清除。

外存的存取保护方式：①设置文件存取口令；②利用文件目录管理系统对文件的保护属性进行检验；③隐蔽目录项，防止非法使用等。

外存保护还必须具有残存信息的清除功能。

3）数据库的存取保护

在数据库内建立存取控制模块，检查各个用户对数据库的操作权限，并决定是否执行用户要求的操作。在定义子模式时，同时定义用户的操作权限。

（1）子模式　　每个用户都有一个标识符或口令，在定义子模式时，把口令和子模式名及其数据类型等放在存取控制表内。

（2）数据项值的限制　　是指只允许某些用户存取某一范围的数据项值。

（3）查询控制　　为了防止用户利用合法查询窃取数据，必须限制询问对象的集合大小和两次询问的交集。

13.2.2.3　防止信息破坏

防止信息破坏是指由于偶然事故或故障对文件或数据库进行破坏性存贮。

对于偶然故障，可利用纠错码来排除。

对于固有故障，可建立信息副本，以恢复数据。

所谓建立信息副本是为了有效地恢复被破坏的数据。通常文件或数据库应复制两个副本，分别存放在不同的媒体上，再存放在安全的地方。这一过程称为转贮（或倒库）。文件或数据库的转贮分为全转贮和增量转贮两种。所谓增量转贮是指每逢文件更新时，仅转贮更新的内容。

13.3　数据完整性鉴别

数据完整性鉴别是指采用密码技术，通过对个人身份、传输报文和存贮数据的参数进行验证，以保护数据的安全。这种验证过程称之为鉴别，通常包括：在通信过程中对对方身份的鉴别和报文的鉴别；在存取过程中对用户身份的鉴别及对主机中所存密钥的鉴别等。

13.3.1 口令鉴别

当用户终端要访问系统时，必须持有自己身份的口令，系统将其口令与事先存入主机中的相应口令表比较，若一致就受理，否则就拒绝。当用户是远程终端时，为了防止搭线窃听泄漏口令，必须在终端内先对口令加密，再传送给主机，主机中存放的口令表也应以加密的形式存放。为了阻止非法用户修改主机中的口令表，可用主机中主密钥来预先产生特定的测试码存放在主机中，这种测试码是用户自己在特定的物理保护下产生的。

13.3.2 密钥鉴别

对主机中存放的各种密钥进行正确性鉴别是必要的，否则因密钥的不正确会造成系统保密性差。这可采取加奇偶检验码的方法，或采用在主机主密钥产生密钥特定测试码的方法来消除。

13.3.3 通信双方身份的预先鉴别

在建立通信时，要对双方身份作预先鉴别，这可以通过检验它们是否已获得相同的数据加密密钥来实现。为了验证这一点，可采用经加密密钥加密后的随机数方法，这个随机数由终端产生为宜，不应由操作员输入。

13.3.4 报文鉴别

通信过程中，每个通信者应能鉴别：报文是由确认的发方发来的，报文没有受到改动；报文不是过时的，收到的报文确系自己的。

13.4 数字签名

随着通信技术的发展，远隔两地的双方可通过通信网络交换各种消息，完成某项贸易谈判，或者传送上级对下级的指示，但最后都需要有签了字的书面合同或指示文件，以便事后防止一方违约或分清责任。人们对传统的获得签字文件的方法感到花时间太长，因而提出了用数字签名的方法来代替。数字签名和传统的手写签名一样，必须满足：发方（签字者）事后不能否认签名后的报文；收方不能伪造发方的签名报文。数字签名可用密码技术来实现，公开密钥密码体制是实现数字签名的比较理想的技术。

13.4.1 非保密的数字签名

发方 A 和收方 B 使用相同的密码算法，KAe 和 KAd 分别是 A 的加密密钥和解密密钥，KBe 和 KBd 分别是 B 的加密密钥和解密密钥，他们的加密密钥是公开的，各自对解密密钥保密。当发方 A 向收方 B 发送一份签名报文时，将发方的身份，收方的身份附在正文上，并用自己的保密密钥进行解密运算，收方 B 则用 A 的公开密钥加密（如图 13-1）。

因为报文中已包含发方、收方身份，又包含正文，因此收方对报文及签名都得到了

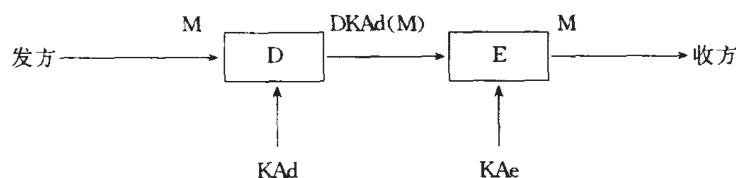


图13-1 非保密的数字签名

证实。此时发方A不再能否认签名和报文了，因为KAd只有A自己秘密保存，别人也不能从KAe推出KAd，因此DKAd（M）是别人无法产生的。收方B保存DKAd（M)，以防A抵赖。B也无法伪造A的签名报文，因为若B伪造，并向A交涉时，A可用公开密钥KAe进行加密运算，但因B没有KAd，所以用KAe加密后不可能产生包含发方身份、收方身份及有意义的报文。不过，此时的签名报文是不保密的，因为任何人都可用A的公开密钥KAe加密这份报文，从而知道报文的全部内容。

13.4.2 保密的数字签名

要实现保密的数字签名，应选用满足下列条件的公开密钥密码算法，即对所有的M，有 $D_{kd}(E_{ke}(M))=E_{ke}(D_{kd}(M))=M$。于是采用图13-1那样的方法，就可达到签名和保密的双重目标了。

13.5 密 钥

13.5.1 密钥的产生

13.5.1.1 密钥产生方法

产生密钥的方法分两种：即纯随机和伪随机地产生方法。纯随机的密钥产生器可由随机码产生组成。为保证密钥序列的质量，把随机码产生器作一种算法输入，而输出作为密钥序列，其算法可由软件或硬件实现。伪随机产生器也可由软件或硬件来实现。

13.5.1.2 密钥产生器的质量

密钥产生器的质量决定所产生密钥序列的随机性能。为此，必须对密钥产生器产生的密钥序列作必要的随机性检查。包括：频率检查、游程检验和自相关检验等。

13.5.2 密钥的存贮

(1)密钥存贮方法　　以各种目的存贮的不同类型密钥要加以保护。一般情况下，要以加密的方式存贮密钥。存贮在保密终端或密钥分配中心的密钥，不能以任何形式读出或不被未授权人所获得。

(2) 密钥存贮媒体　　存贮密钥的目的是为实现密钥的分配、密钥保护和密钥的应用。而存贮密钥的媒体包括：磁条、磁卡、智能片、磁带、磁盘、半导体存贮器、EPROM（只读存贮器)、RAM（随机存贮器）等。

13.5.3 密钥的分配

1) 密钥分配的任务

(1) 产生合乎需要的密钥。

(2) 所存贮的密钥除主密钥外，应受到加密保护。

(3) 以加密的形式或采用纠错码的方式分配密钥。

(4) 保证分配的密钥正确地存入保密设备中。

(5) 能识别被申请密钥的终端和节点。

2) 密钥分配方式

有两种分配密钥的方式：

(1) 人工分配方式 通过人或邮政手段将存贮密钥的媒体分送到各保密终端，其优点是保密性能好，但耗时费用大，大系统实现起来困难。

(2) 自动分配方式 此种方式是以加密的形式在公开信道上分配密钥，它适合通信网频繁更换的密钥。加密算法可以是常规的对称加密算法，也可以是公开密钥的非对称加密算法。

13.5.4 密钥的注入

13.5.4.1 密钥注入方式

密钥注入是密钥更换的一种手段，其注入过程要有密钥正确性检查功能。密钥注入有多种方式：

(1) 更换卡片；

(2) 更换存贮器芯片；

(3) 更换存贮器的存贮内容；

(4) 常用方式是电子密钥枪的电子注入方式。

13.5.4.2 密钥注入周期

密钥注入的周期视系统保密要求、密钥的种类和密钥的管理能力而定。一般主密钥更换时间较长，密钥加密密钥其次；会话密钥应在每次会话时更换一次。

13.5.5 密钥的销毁

(1) 密钥销毁目的　　密钥销毁的目的是在紧急情况下防止密钥丢失。更换后旧的密钥要销毁。

(2) 密钥销毁方法　　有四种：①手工按钮销毁；②某些机械销毁；③用销毁控制信号受控销毁；④紧急情况下用爆炸销毁。

13.6 系统的物理安全

13.6.1 目　的

(1) 根据系统的安全保密等级采取安全措施，保证信息系统在信息采集、贮存、处理、传送和使用过程中，不致受到各种因素的危害，以免使信息丢失或泄漏。

(2) 信息系统的各种设备都要经过性能、功能和安全合格检查。

(3) 本书只对信息系统安全保密的一般问题作介绍，具体实施时要参照有关标准。

13.6.2 信息系统设备的场地要求

在选择信息系统（即计算机系统）设备的场地时，首先要对其地理位置，周围环境作调查，并按照国家批准 GB2887—89《计算机站场地技术条件》第 5 条规定执行。

在选择机密级的计算机场地时，除按上述规定执行外，还必须考虑：

（1）选择不易被人发现的地方；

（2）对计算机场地不作任何标志；

（3）不在国外机构附近建立计算机场地。

13.6.3 信息系统设备的技术要求

除了按照 13.6.2 中的规定执行外，还应建立下列相应的应急设施：

（1）应急照明供电设施；

（2）应急报警设施；

（3）应急安全断电设施；

（4）紧急出口疏散线路和标志；

（5）计算机场地的墙应承受不低于 20kg 爆炸力，非易燃建筑材料建成其耐火等级应符合国家标准；

（6）防水和排水设施要有防隔离能力和自动灭火装置；

（7）应急报警装置。

13.6.4 电磁干扰和辐射的防护

电磁干扰会造成计算机系统中数据的逻辑错误，损害计算机系统及其外围设备元件。因此，信息系统必须保护好设备不受电磁干扰和辐射的危害。

（1）在多雷电地区，要加强地线保护及设备的正确接地，严格按照 GB2887－89 的规定执行。

（2）选用防电磁屏蔽的设备，建立屏蔽机房或机柜。

（3）在传输机密以上的数据网络上，电源线应加接滤波装置，将接插件和连接点加以屏蔽。

13.6.5 设备安全

信息系统的所有设备都必须经过安全合格认证，若这些设备在遇到各种危害时，自身的防护性能均应符合 GB4943－90《信息技术设备（包括电气事务设备）的安全》和 IEC 380《电动办公机器的安全》中规定的要求。要满足 IEC364－4－41《防触电保护电路条件》和 IEC 65《家用电子和有关设备的安全》中的技术规定。

13.6.6 记录媒体保护

1）信息系统中的记录应进行评价并按其重要性分类

（1）一类记录——关键记录　　即对设备的功能来说是最重要的，不可替代的，或火灾及其他灾害后立即需要但又不能复制的那些记录。这类记录包括系统运行必不可少

并且密级很高的记录，如关键性的程序、主记录、设备分配图表、加密算法、密钥等；

(2) 二类记录——重要记录　这类记录是必不可少和重要的，短时间之内难以复制，而且复制代价昂贵。如某些程序、分配图表、存贮及输入输出数据等；

(3) 三类记录——有用记录　这类记录丢失可能对迅速恢复系统运行造成极大不便，但可以很快复制已留有拷贝的程序；

(4) 四类记录——不重要记录。

加密算法等的固化器件属关键记录。

2) 关键记录的复制　关键记录中可复制部分应该复制必要的份数，并分放在安全的地方保存，重要记录的复制和存放办法应类似于关键记录。

3) 记录的保护要求

(1) 保留在机房内的记录　保留在机房内的记录数量应该是系统有效运行所需的最少数量。不必要的记录不应当保留在机房内。机房内定期保留和存放的记录应采取下列保护措施：①关键记录或重要记录应放在能防火、防高温、防水、防震、防电磁场以及防静电等的保护设备中；②有用记录是记录在纸或塑料媒体上的，应该存放在密闭的金属文件柜或保险柜中。

(2) 存放在机房外的记录　没有复制过的关键记录和重要记录应该存放在防火的房间（如磁带磁盘库）中，其耐火等级不应低于两小时。或放在能防火、防高温、防水、防地震、防电磁场、防静电及防盗的保险柜中。

存放上述记录的房间应配备自动喷水系统或 HaLon 1301 整体喷射系统来防护。

4) 秘密数据媒体库或文件库应设库管理员，负责库的管理工作，审查使用媒体的申请人员、接受人员的身份和权限，并进行核对。秘密数据媒体在借用期间不得转借或非法复制。

5) 复制机密数据或带出机密数据媒体须经严格审批。

6) 为了防止雷击引起的电磁感应对已记录磁媒体的影响，已记录的磁媒体应贮存在离开有金属筋的梁柱至少 10cm 处。

7) 废弃记录有秘密以上数据的纸媒体，应当用粉碎机粉碎后再处理。

8) 记录过机密数据的媒体不得转交他人重写使用，不再使用时应销毁。记录绝密数据的媒体不准重写使用。所有已记录媒体都应定期检查。对已损坏的媒体应由专人负责，及时销毁。

9) 机密数据处理结束时，应清除存贮器中本作业的数据，清除联机磁带和磁盘上的本作业数据，将暂不用的媒体送还媒体库或文件库。妥善处理好打印结果，销毁废弃打印纸等。

10) 记录秘密数据的媒体不得携带出国，如有特殊需要，应报请有关监察机关审批。

13.6.7 信息系统网络安全

(1) 局域网安全。局域网安全应符合 GB4943—90 和 IEC—380 规定外，还应考虑下述因素：①不同的网络系统；②不同的配电系统；③高层建筑的电源配置及电缆连接；④接地问题；⑤等电位连接问题；⑥DTE（数据终端设备）接口电路设计；⑦各种自然环境的危害和防护；⑧安装和维护；⑨建议采用欧洲计算机制造商协会标准 ECMA—97

《局部区域网络的安全要求》。

(2) 公用数据网的安全要求除应符合要求外，还应考虑信息处理系统与通信系统的安全要求，传输秘密信息的网络应配备终端识别器。

(3) 定期检查网络中有无造成信息泄漏的现象。运行秘密数据的远程终端应放在安全环境中使用。同一线路同一文件不得先后以明文和密文传递。

13.7 安全与保密的管理

13.7.1 管理机构

管理机构是信息系统安全与保密的组织保证。所以，必须建立完善的必要的安全保密机构。

(1) 单位的最高领导或主管领导必须亲自抓安全保密工作。

(2) 建立安全机构，如建立由主管领导任组长的安全保密委员会或领导小组，并下设办公室负责日常工作。

(3) 安全保密机构由技术管理、系统分析、硬件、软件、人事、保卫等方面的有关人员组成。

(4) 安全管理机构负责本单位及下属单位的安全保密工作，具体任务是：①定期对信息系统进行风险分析，提供相应对策；②审定各种规章制度和各种意外事件的应急计划；③监督各下属单位执行有关规章制度。

13.7.2 门卫和出人管理

信息系统实施机构（计算机或信息处理中心）一般应划分为三个区，即：主机区，数据处理区和辅助区。

(1) 主机区一般只设一个受控制的出入口，另设若干备用口，供紧急情况使用。

(2) 各区的出入口应使用电子门锁，可自动记录出入人员的身份和进出时间。

(3) 禁止永久磁性物质携入处理中心，入口处应设检查装置。

(4) 制定严格而有效的出入管理制度和规定，并设专人监督执行。

(5) 所有安全报警系统都应连接到信息系统处理中心值班室，并定期检查其性能，确保不漏报。

13.7.3 密钥管理

密钥管理包括：①密钥的产生；②密钥的存贮；③密钥的分配；④密钥的注入；⑤密钥的销毁。由于密钥管理方面的内容已在前面说明，所以在此只对密钥管理的范围、职能、类型、方法及原则进行描述。

13.7.3.1 范围

参见 13.5。

13.7.3.2 职能

(1) 系统内哪些节点或终端需要密钥，需要什么类型的密钥；

(2) 密钥在何处产生，如何产生；

(3) 密钥使用期限；

(4) 在系统中应如何保护密钥。

13.7.3.3　类型

密钥类型按算法的不同分为两种：即常规加密算法和公开密钥密码算法。

1) 按常规加密算法，其类型分为：

(1) 主密钥，即对密钥加密密钥进行保护的密钥。

(2) 密钥加密密钥，即加密会话密钥的密钥。

(3) 会话密钥，即加密会话期间数据的密钥。

(4) 用户选择密钥，即为分割用户而设的密钥。

2) 按公开密钥密码算法，其类型分为：

(1) 秘密密钥，即收方用于解密数据的密钥。

(2) 公开密钥，即发方用于加密数据的密钥。

13.7.3.4　管理方法

对不同的密钥类型有不同的密钥管理方法，并有多种实施途径。对于不同的系统，采用不同的加密算法，因此密钥管理的方法也就不同。

13.7.3.5　密钥实施原则

(1) 最小特权原则：系统中的保密设备应授与完成规定任务的最小特权。

(2) 特权分散原则：为确保系统受到攻击时损失最小，应分散密钥管理特权。

(3) 设备最少原则：密钥管理所涉及的设备和人员应尽量少。

(4) 密钥管理系统不应影响系统的正常工作，系统的工作速度和可靠性。

(5) 密钥管理的各环节都应严格确保密钥的正确性并保守密钥的秘密。

13.7.4 技术文档管理

(1) 信息系统的所有文件、技术资料及文档，都应妥善保存，建立严格的借阅手续。

(2) 机房应具备有故障时的替代文本和系统恢复时所需的规定文本。

(3) 需要从系统中提取资料时，应有严格的手续和制度作保证。

(4) 对打印报废资料应统一销毁。

13.7.5 应急计划与备份

(1) 安全组织应列出影响系统正常工作时的各种紧急情况，如火灾、水灾、雷电、地震、意外停电、外部攻击及误操作等，并制定相应的应急措施，包括如下内容：①采取的具体步骤和措施及其内容；②每个安全主管人员的职责和范围；③抗、救灾物品及工具清单；④灾后工作恢复的秩序及方法，包括手工恢复，备份恢复及作业转移；⑤暂停作业处理。

(2) 除了备份基本文件（如操作系统，数据库管理系统，应用软件）外，还必须备份其他数据文件，以保证数据的可靠恢复。

(3) 重要实时系统应考虑设备的冷、热备份，如主机备件、CPU（中央处理机）备份为系统备份等。

13.7.6 计算机病毒的预防与清除

(1) 信息系统的安全组织负责人要负责对计算机病毒的预防和清除工作。

(2) 对外来的拷贝软件及软盘一律要在专用设备上进行病毒检测，消除病毒后才能使用，还应做好数据备份。

(3) 新购机器或经维修后的机器，启用前需经病毒检查，做好数据备份后方可运行。

(4) 需要定期用病毒检测软件检测计算机病毒，凡清除软件能消除的病毒要立即清除，不能清除的新病毒要报告有关部门，作现场鉴别并采集病毒标本。

13.7.7 建立规章制度

规章制度的主要内容包括：

(1) 消防管理制度；

(2) 危险品管理制度；

(3) 消耗品管理制度；

(4) 清洁管理制度；

(5) 各种安全规章制度。

参 考 文 献

[1] GB 4843—85 数据处理设备的安全

[2] GB 2887—82 计算站场地技术要求

[3] TJ 16—74 建筑设计防火规范

[4] SJ 2347—83 微型数字电子计算机通用技术条件

[5] SJ 2348—83 小型数字电子计算机通用技术条件

[6] MIL－STD－454G 电子设备标准的通用要求

[7] MIL－STD－1472 选用系统、设备和装置的人类工程学设计标准

[8] MIL－STD－461 对设备电磁干扰特性的要求

[9] MIL－STD－462 电磁干扰特性的测量

[10] MIL－STD－463 电磁干扰特性、定义和单位制

[11] NFPA 75－1976 Electronic Computer/Data Processing Equipment

[12] NFPA 70－1978 National Electrical Code（美）

[13] 74 (Sec) 51 Safety of Information processing Equipment

[14] IEC 380 Safety of Office Machincs

[15] UL－478 Standard for Safety Information-Processing and Business Equipment

[16] ECMA－74 Measurement of Airborne Noise Emitted by Computers and Business Equipment, 1981. 9

[17] ECMA－83 Safety Requirements for DTE-to-DCE Interface in Public Data Networks, 1982, 9

[18] ECMA－95 Limits of Interference and Measurement Methods, 1985, 3

[19] ECMA－97 Local Area Network-Safety Requirements, 1985, 9

[20] ECMA－TR22 Ergonomics-Recommendations for VDU Work Places, 1984. 3.

[21] ECMA－TR23 Electrostatic Discharge Susceptibility, 1984. 9

[22] ISO/DIS 8227 Information Processing—Data Encipherment-Specificaton of Algorithm DEA 1

[23] ISO/DIS 8372 Information Processing—Modes of Operation for a 64-bit Block Cipher Algorithm

[24] ISO 7498/DAD X Addendum to ISO 7498 on Security Architecture

[25] ISO/DP 9160 Information Processing—Data Encipherment-Physical Layer Interoperability Requirements

编者的话

《城市地理信息系统标准化指南》(以下简称《指南》)今天同广大读者见面了，我们预祝《指南》的出版发行，对我国的城市建设与发展发挥其应有的宏观指导作用。

《指南》是国家“八五”科技攻关计划的一项专题研究成果。参加这项研究工作的人员大都是我国长期从事这一领域研究与应用的学者专家，由此可见，本《指南》基本反映了我国城市地理信息系统标准化的发展实际，具有一定的权威性和实用性。

在原国家科学技术委员会委托国家技术监督局主持召开的专题成果验收会上，专家们对《指南》给予了充分的肯定，认为：“该成果综合分析了国内外城市地理信息系统(UGIS)标准化的现状、研究动态和发展方向，填补了我国的空白。”“具有良好的推广应用前景。”并建议将此项成果作为指导性文件在全国推广应用。

国家技术监督局、国家测绘局、中国科学院、建设部等有关单位赞同专家们的建议，大力支持《指南》的推广应用工作。

值得注意的是，城市地理信息系统标准化工作属于高新技术标准化的范围，其特点表现在标准化的发展与科学技术的发展往往是相互促进、并驾齐驱的，它体现在标准化的本身既为科学技术的发展提供保障和规范的约束，又在一定程度上对科学技术的发展进行规范的引导。这是当今高新技术标准化的新趋势。本《指南》体现了这种新趋势，并对它进行了跟踪研究。必须指出，随着城市地理信息系统科学技术的发展，其标准化也将不断变化和发展。由此可见，本《指南》只具有一段时期的稳定性和先进性。因此，可以预见，为保持《指南》的先进性和稳定性，若干年后，必须随着科学技术和标准化的发展再进行修订。

我国城市地理信息系统工作发展很快，在此书付印之前，《指南》研究组的部分同仁虽又对有关章节做了重新审查和修改，即使如此，限于我们的学术水平和工作经验，肯定还有不妥和错误之处，恳请广大读者不吝赐教，随时将意见、批评和建议告诉我们，以便本书再版或今后修订时改进。

编者

1998 年 3 月